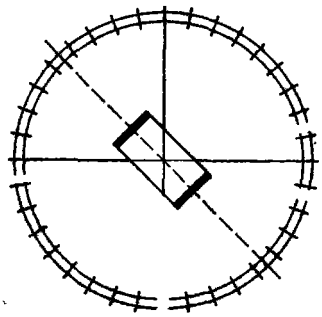
PROTECTION



DESIGN AND DIMENSIONING OF SUN SHADING STRUCTURES FOR SCHOOL BUILDINGS IN THE ARAB COUNTRIES

CONCEPTION ET DETERMINATION DES STRUCTURES DE PROTECTION SOLAIRE POUR LES BATIMENTS EDUCATIFS DANS LES PAYS ARABES

BEIRUT / BEYROUTH 1972

ASCATEP BEIRUT

NOVEMBER 1972

DESIGN AND DIMENSIONING OF SUN SHADING STRUCTURES FOR SCHOOL BUILDINGS IN THE ARAB COUNTRIES.

SUN
PROTECTION
SOLAIRE

BY

PAR

PIERRE BUSSAT FAS / SIA ◇ JØRGEN SØNDERBERG MAA

ARCHITECTS UNESCO

ASCATEP BEYROUTH

NOVEMBRE 1972

CONCEPTION ET DETERMINATION DES STRUCTURES DE PROTECTION SOLAIRE POUR LES BATIMENTS EDUCATIFS DANS LES PAYS ARABES.

PREFACE

Le Centre Régional de Planification et Administration de l'Education pour les Pays Arabes est heureux de présenter aux responsables des Ministères de l'Education Nationale Arabes, une étude sur les bâtiments scolaires du point de vue de la "Protection Solaire". Cette étude est préparée, par l'Unité des Bâtiments Scolaires, dirigée par M. Pierre Bussat, Conseiller Régional pour les Bâtiments Educatifs avec la collaboration de M. J. Sonderberg, Expert Associé.

L'essentiel, a-t-on toujours avancé, est que le maître soit bon, même si le cours est dispensé en plein air, ou sous une tente. Cela est vrai dans une certaine mesure. Mais, sans demander que le bâtiment scolaire soit fait en matériaux luxueux, il est essentiel qu'il soit, si modeste que puissent être les éléments employés - surtout adapté à l'environnement géophysique. Dans le cas de cette étude, ce qui est l'essentiel, ce n'est pas tant d'ailleurs les matériaux de construction, que la façon dont les bâtiments scolaires sont édifiés, en parfaite harmonie avec les conditions climatiques et de l'environnement.

Ainsi, le soleil qui, dans les zones concernées était considéré comme un élément à redouter, devient au contraire, un élément bienfaiteur, lorsque les bâtiments scolaires sont orientés de telle sorte qu'ils ne puissent en tirer que des avantages, si brûlant soit-il. Ainsi, le vent dont on se protège en fermant portes et fenêtres, devient un élément constructif dans la conception et la réalisation des bâtiments scolaires.

Quelle pourrait être alors la meilleure définition de la planification que de réaffirmer que ce sont: la prévision, l'analyse des éléments disponibles et l'utilisation optimale de ces éléments? Cela s'applique ainsi aux constructions scolaires et à leurs harmonisation avec les facteurs affectant l'environnement, dont le "Comfort thermique".

"Mens sana in corpore sano", dit-on, pour l'équilibre d'une personne. L'on pourrait dire de même d'une classe, considérée en tant qu'unité: maître qualifié, programmes adaptés, mais aussi salle de classe comfortable, grâce à sa disposition par rapport à l'ensemble, à ses proportions et à son orientation.

Puisse cette étude être de quelque utilité aux architectes des bâtiments scolaires, et pourquoi pas aussi aux architectes en général dans les zones intéressées? Puisse-t-elle aussi servir de point de départ à d'autres études concernant l'adaptation des constructions à l'environnemt d'une façon générale.

Ahmed Salmi,
Directeur du Centre.

PREFACE

The Regional Centre for Educational Planning and Administration in the Arab Countries is pleased to present to the responsible of the Arab National Ministries of Education a study of school buildings from the point of view of "Sun Protection". This study has been prepared by the Section of School Buildings, directed by the Regional Advisor for School Buildings, Mr. Pierre Bussat in cooperation with the Associate Expert, Mr. Jorgen Sonderberg.

It has always been an essential matter that the teacher must be good, even if the course is conducted outdoors or in a tent. This is true to a certain extent. But, without demanding that the school building should be constructed of luxurious materials, it is essential that it is - as modest as the used materials might be - above all adapted to the geophysical environment. In the case of this study, what is essential is not so much the materials of construction as the way in which the school buildings are constructed - in perfect harmony with the climatic conditions and environment.

Thus, the sun which in the respective zones was considered an element one was unable to stand, on the contrary, becomes a beneficial element because the school buildings are oriented in the way that they can have only advantages from it as fiery as it may be. Thus, the wind against which one is protected by closing the doors and windows, becomes a constructive element in the conception and realisation of school buildings.

Then, what would be a better definition of planning than to re-affirm: prevision, analysis of the elements available and optimal utilisation of these elements. This applies to school buildings and their harmonisation with the factors affecting the environment - its "thermic comfort".

"Mens sana in corpore sano", is said to refer to the equilibrium of a person. The same could be said of a class regarded as a unity: qualified teachers, adapted programmes, but also comfortable classrooms - thanks to its disposition in relation to the whole and to its proportions as well as orientation.

May this study be of some use to school building architects and, for that matter, to architects in general in the concerned zones. May it also serve as a starting point for other studies concerning the adaptation of buildings to the environment.

Ahmed Salmi,
Director of the Centre.

S O M M A I R E

PREFACE

PARTIE A : ELEMENTS POUR LA PROTECTION CONTRE LE SOLEIL

A.I	INTRODUCTION GENERALE	1
A.II	LA REGION	3
A.III	LE CHOIX DU SITE	5
A.IV	L'ORIENTATION DES BATIMENTS EDUCATIF	5
A.V	ECLAIRAGE NATUREL	6
A.VI	LA NATURE DE LA CHALEUR	8
A.VII	MOYENS DE PROTECTION	12

PARTIE B : DETERMINATION DES PROTECTION CONTRE LE SOLEIL

B.I	EXPLICATION GENERALE DES DIAGRAMMES SOLAIRE	19
B.II	EXAMPLE PRATIQUE	24
B.III	ANNEXES	30
B.IV	BIBLIOGRAPHIE - entre les annexes et le texte arabe.	

*

I N D E X

PREFACE

SECTION A: ELEMENTS OF SUN PROTECTION

A.I	GENERAL INTRODUCTION	1
A.II	THE REGION	3
A.III	THE SELECTION OF SITE	5
A.IV	THE ORIENTATION OF SCHOOLBUILDINGS	5
A.V	NATURAL LIGHT	6
A.VI	THE NATURE OF HEAT	8
A.VII	SHADING MEANS	12

SECTION B: DIMENSIONING OF SUN PROTECTION

B.I	GENERAL EXPLANATION TO THE SUN ANGLE DIAGRAMS	19
B.II	PRACTICAL EXAMPLE	24
B.III	ANNEXES	30
B.IV	BIBLIOGRAPHY - Between the annexes and the arab text	

*

PARTIE A: ELEMENTS POUR LA PROTECTION CONTRE LE SOLEIL

A.I INTRODUCTION GENERALE

I.1 L'intensité des activités d'enseignement et d'étude dans la salle de classe ne dépend pas seulement de facteurs personnels, comme la motivation, les conditions psychologiques, l'intelligence, les origines sociales, la capacité de communiquer, etc., mais aussi d'un certain nombre d'autres facteurs affectant l'environnement, relatifs à la salle de classe, l'école et, en général, au milieu tout entier.

Le confort thermique est parmi les éléments les plus importants d'un environnement approprié à l'enseignement et l'étude.

I.2 Les facteurs de confort thermique d'un local sont:

a. La température de l'air à l'intérieur
b. La température de l'air à l'extérieur
c. La ventilation
d. L'humidité de l'air à l'intérieur
e. Le nombre d'occupants.

Selon les facteurs ci-dessus, le climat intérieur est influencé par:

i. Les données météorologiques variables de la localisation.	L'insolation La température Le vent L'humidité.
ii. L'utilisation du bâtiment.	Chaleur métabolique et pollution. Chaleur mécanique. Lumière artificielle. L'emploi éventuel d'installations de chauffage ou de réfrigération.
iii. L'architecture du bâtiment.	Le choix du site. L'orientation. Les alentours. La ventilation naturelle. La dimension et l'emplacement des fenêtres. L'efficacité des protections contre l'ensoleillement. La construction, l'épaisseur et le choix des matériaux. Le nombre d'étages.

SECTION A: ELEMENTS OF SUN PROTECTION

A.I GENERAL INTRODUCTION

I.1 The intensity of teaching and learning activities in a classroom depends not only on personal factors as motivation, psychological conditions, intelligence, social background, communicative ability, etc., but also on a number of factors in relation to the close-milieu of the classroom, the school and, in a broader perspective, in relation to the whole environment.

One of the most important ingredients of the adequate teaching and learning environment is the thermal comfort.

I.2 The factors affecting thermal comfort in a room are:

a. The temperature of the air in the room.
b. The temperature of the surrounding building elements.
c. The ventilation.
d. The humidity of the air in the room.
e. The number of persons in the room.

The interior climate dissected into the above factors depends on:

i. The variable meteorological data of the location.	Solar radiation Air temperature Wind Humidity.
ii. The utilization of the building.	Metabolic heat and polution. Mecanical heat. Artificial light. The eventual use of cooling or heating installations.
iii. The concept of the building.	The choice of site. The orientation of the building. The surroundings of the building. Natural ventilation. Dimensioning and placement of window-openings. The efficiency of shadow devices. The construction of the house, the thicknesses of the building materials. The number of stories.

Sans ventilation, mais avec une faculté suffisante d'échange thermique, la plupart des gens éprouvent une impression de confort entre 21 C. et 27 C. avec une humidité relative de 20 à 50%. Si l'humidité ou la température augmentent, il faut ventiler pour conserver le sentiment de confort.

Dans le climat très chaud et très sec des régions désertiques l'impression de confort peut être trouvée grâce à l'introduction d'humidité. On peut y parvenir par des moyens simples dont le coût est peu élevé en comparaison avec l'air conditionné.

I.3 Les facteurs affectant le confort thermique sont représentés graphiquement par le schéma bio-climatique (Victor Olgyay).

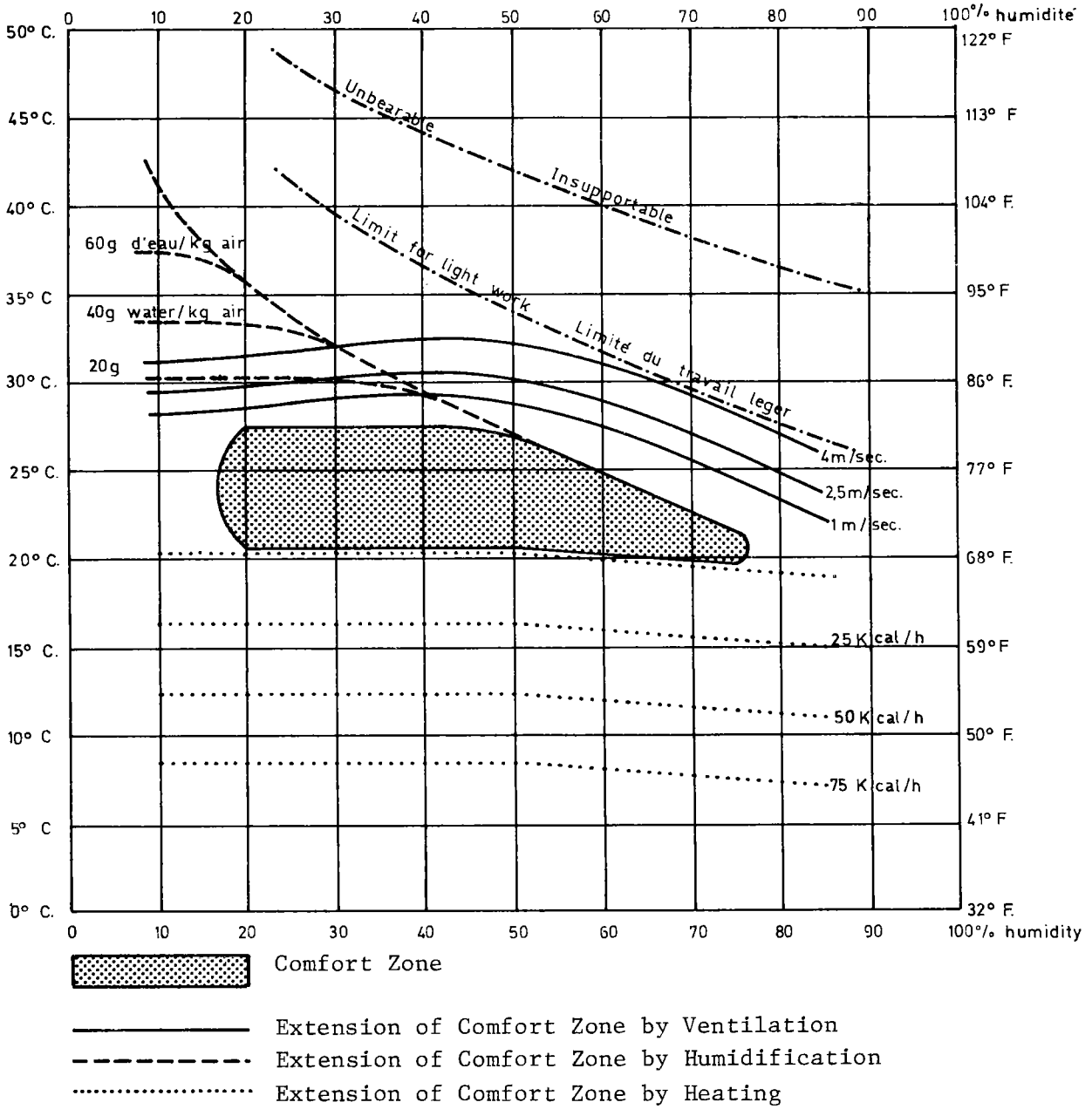
Zone de confort

Zone accrue par la ventilation
Zone accrue par l'humidification
Zone accrue par le chauffage

Without ventilation, but with the necessary exchange of metabolic heat with fresh air, most people feel comfortable within temperatures between 21 C. and 27 C., at a relative humidity between 20% and 50%. If the temperature or the humidity increase beyond these values, ventilation will be needed to extend the comfort zone.

In the very hot and dry climates of the Arabian deserts, the comfort zone can be considerably extended by the increment of moisture into the air of the room. By the use of simple devices, the cost of this kind of cooling is only small in comparison to air conditioning.

I.3 The factors affecting thermal comfort are graphically represented in the bioclimatic chart. (Victor Olgyay.)



A.II LA REGION

II.1 Les pays de la région des Etats Arabes sont les suivants:

1. Maroc
2. Algérie
3. Tunisie
4. Lybie
5. Egypte
6. Soudan
7. Liban
8. Syrie
9. Jordanie
10. Irak
11. Arabie Séoudite
12. Kuwait
13. Bahrain
14. Qatar
15. Les Etats de la Trève:
    a. Abu Dhabi
    b. Dubai
    c. Sharjah
    d. Ajman
    e. Umm Al Quaiwan
    f. Ras Al Khaimah
    g. Fujaira
16. Oman
17. Yemen Aden
18. Yemen Sanaa

La région est inscrite entre les latitudes 4° Nord et 38° Nord, et les longitudes 13° Ouest et 60° Est.

II.2 Les principales caractéristiques climatiques de la région, intéressant les constructions scolaires, peuvent être approximativement groupées selon trois grandes divisions:

1. Le désert.

2. La savanne et la steppe tropicales du Sud du Soudan.

3. La zone maritime méditerranéenne.

Environ 4/5 de la région sont constitués par des steppes désertiques ou semi-désertiques arides ou extrêmement arides. Ramener une telle superficie à un seul climat serait une généralisation exagérée. L'altitude, l'existence d'eaux souterraines - comme dans les plaines entre le Tigre et l'Euphrate ou celle de la vallée du Nil - déterminent le degré d'habitabilité du désert. Alors que l'altitude crée des phénomènes macro-climatiques relatifs à la température, le vent et, comme au Yemen la pluie, les micro-climats des oasis et des régions fluviales sont le produit d'une combinaison de

A.II THE REGION

II.1 The region of Arab States consists of the following states:

1. Morocco
2. Algiers
3. Tunisia
4. Libya
5. Egypt
6. Sudan
7. Lebanon
8. Syria
9. Jordan
10. Iraq
11. Saudi Arabia
12. Kuwait
13. Bahrain
14. Qatar
15. Trucial Oman
    a. Aby Dhabi
    b. Dubai
    c. Sharjah
    d. Ajman
    e. Um Al Quaiwan
    f. Ras Al Khaimah
    g. Fujaira
16. Oman
17. Yemen Aden
18. Yemen Sanaa

The region covers latitudes between 4° North and 38° North and longitudes between 13° West and 60° East.

II.2 Main climatic features of the region:

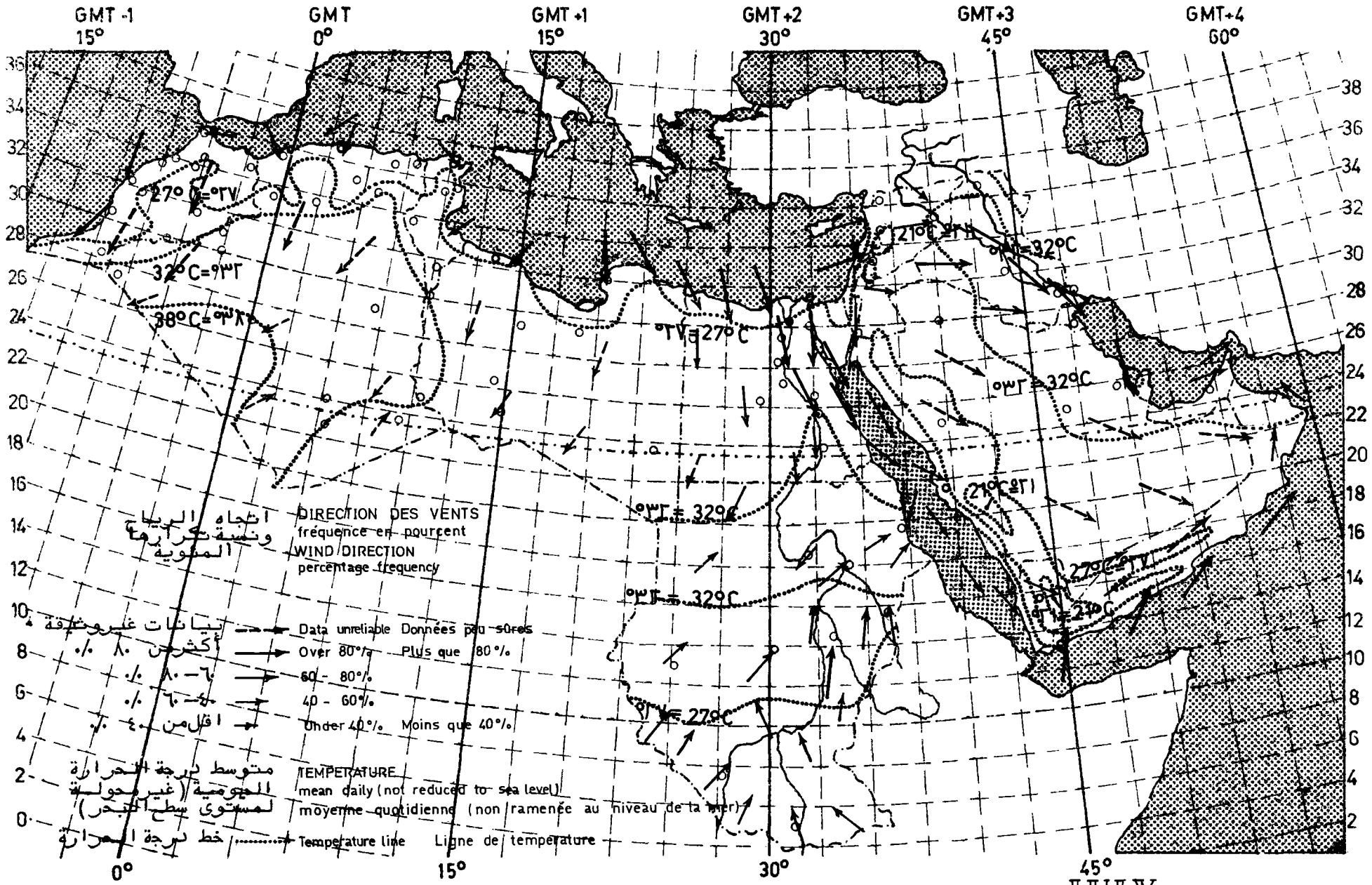
Very roughly, the main climatic and vegetative characteristics of importance for the planning of school-buildings can be grouped in three divisions of the Arab region:

1. The desert.

2. The humid tropical savanna and steppe of the southern Sudan.

3. The maritime climate zone around the Mediterranean.

About four fifth of the area of the Arab region is arid or extreme arid desert or semi desert-steppe. Within this huge area it would be too much of a generalization to speak only about one climate. The climatological nuances or even contrasts, due to the altitude over the sea level, to the existence of underground water and to the two perennial river systems - Euphrat - Tigris and the Nile - determine, in fact, whether the desert is inhabitable or not. While in the desert the altitude over the sea level causes general macro-climatological phenomena concerning temperature, wind and somewhere, as in Yemen, rainfall, the micro-climates of the oases and of the two river sys-



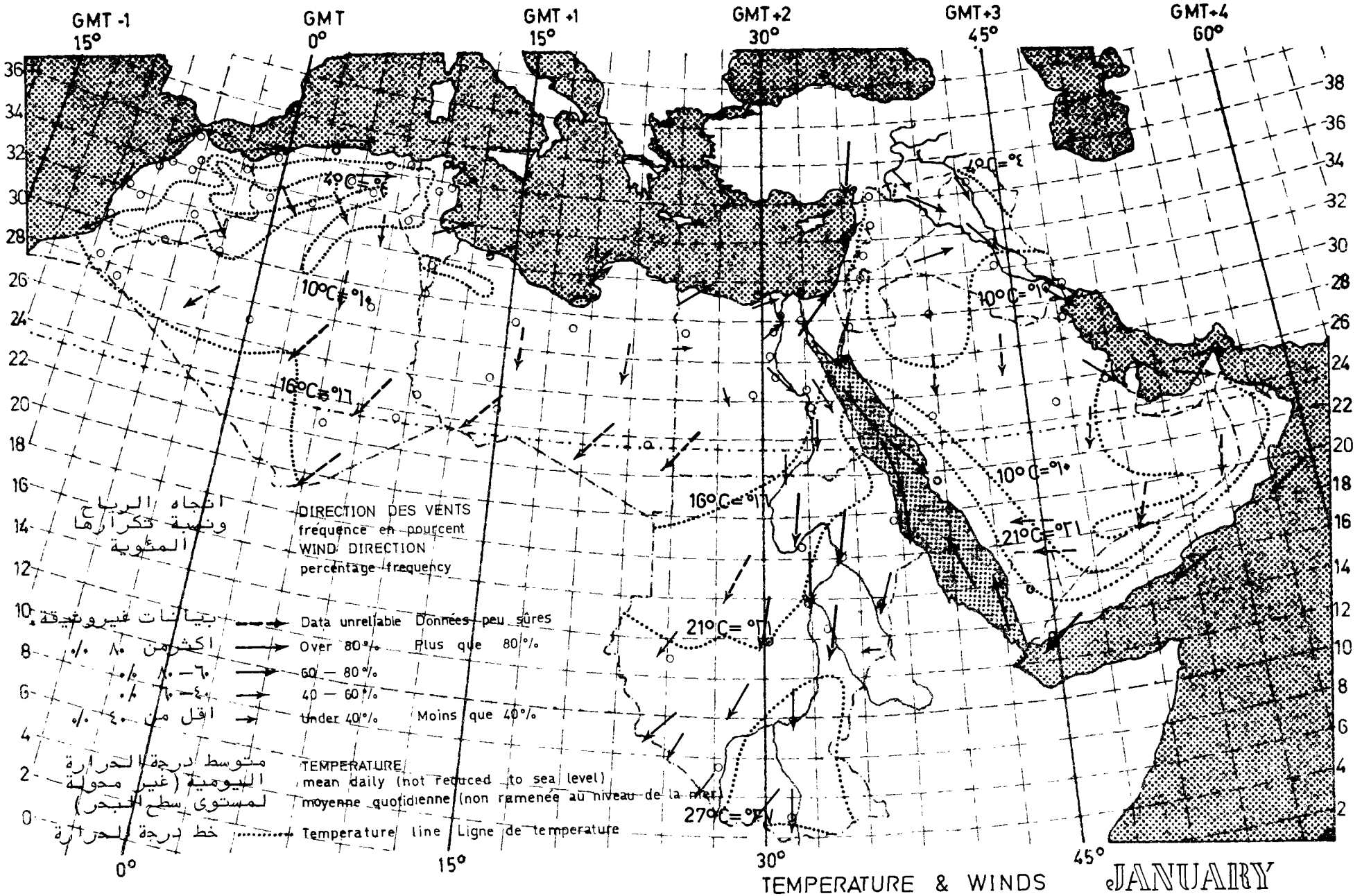
درجة الحرارة والرياح في تموز (يوليو)

TEMPERATURE & WINDS JULY

TEMPERATURE & VENTS JUILLET

المصدر : أطلس اكسفورد الاقليمي

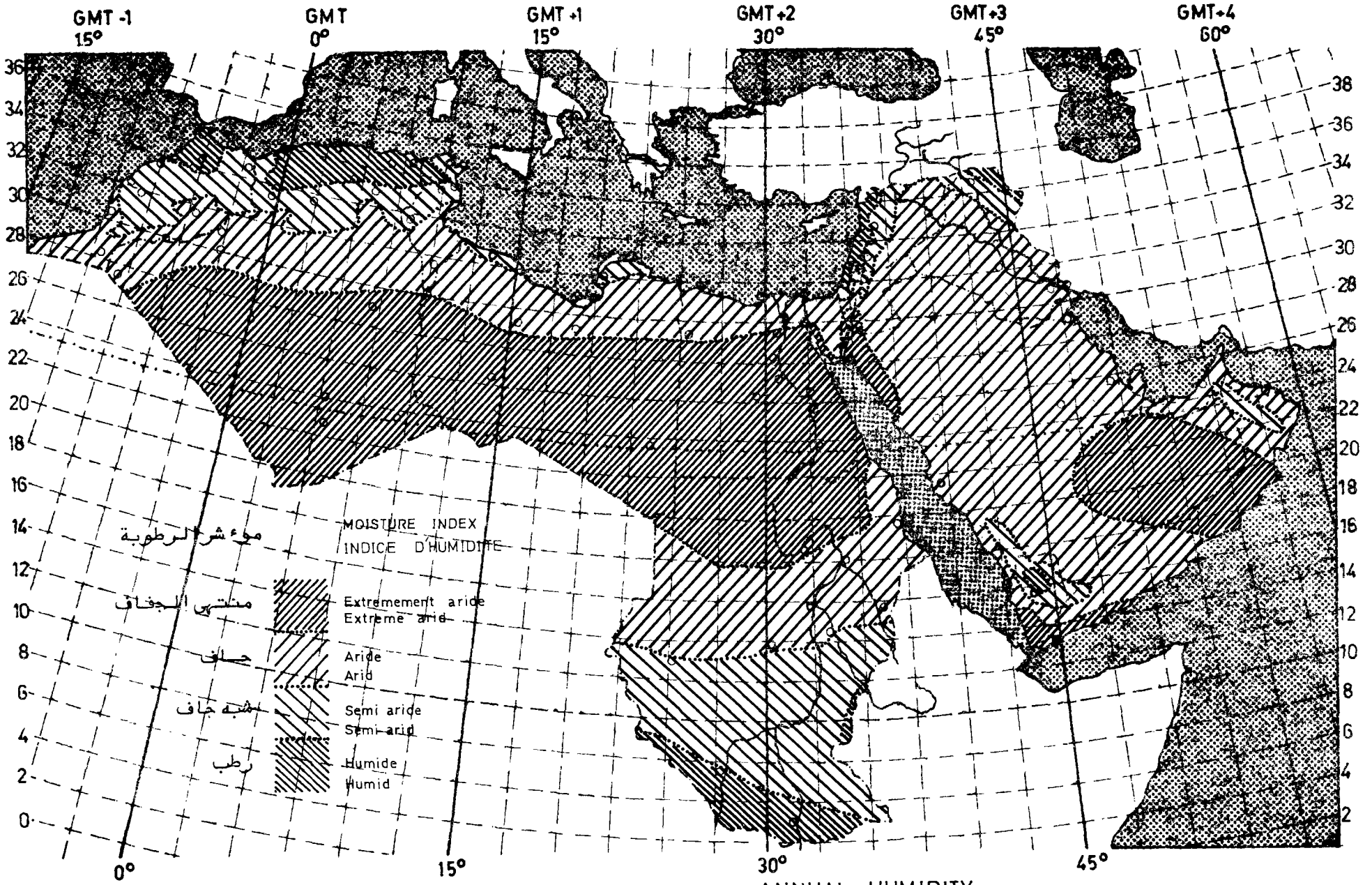
source : Oxford Regional Economic Atlas.



درجة الحرارة والرياح في كانون الثاني (يناير)

المصدر : اطلس اكسفورد الاقتصادى

source: Oxford Regional Economic Atlas.



درجة الرطوبة السنوية

ANNUAL HUMIDITY

HUMIDITE ANNUELLE

المصدر : اطلس اكسفورد الاقتصادى الاقليمي

source: Oxford Regional Economic Atlas

l'ombre créée par la végétation le plus souvent plantée, de l'humidité évaporée par les systèmes d'irrigation, les plantes et le sol, et enfin du vent soufflant en permanence du désert voisin.

Dans le Sud du Maroc, en Lybie, en Egypte, au Soudan, ainsi que dans la péninsule arabe le désert s'étend jusqu'à la mer. Dans ces zones, le climat est plus ou moins influencé par les brises de terre ou de mer, humidifiant l'air.

Bien que les déserts soient reconnus comme des endroits chauds,il ne faut pas ignorer que des températures très basses peuvent y être atteintes de nuit et durant l'hiver. La neige y fait même son apparition n'importe où au-delà de la latitude 30° N., même au niveau de la mer, et sa fréquence croît avec l'altitude et la latitude.

Les précipitations au Sud du Soudan sont extrêmement fortes en Juillet, Août et Septembre et à peu près nulles entre Novembre et Février. Comme la moyenne de l'humidité relative est relativement élevée, les facteurs climatiques affectant l'architecture sont ceux des régions tropicales humides.*

Les côtes méditerranéennes subtropicales de la Région présentent elles-mêmes une trop grande variété de conditions climatiques pour être considérées comme un tout.

L'exemple du désert d'Afrique du Nord,en Lybie et en Egypte s'étendant jusau'à la mer a déjà été cité. En revanche les côtes libanaises, algériennes et marocaines sont caractérisées par leur humidité modérée à très élevée et leur végétation très riche. Entre ces extrêmes, tous les degrés intermédiaires peuvent être enregistrés. Cependant, il n'est pas illogique de parler d'une zone climatique méditerranéenne du fait que le climat des côtes, qu'elles soient constituées par d'étroites bandes de terrain ou par de plus larges et même de grandes îles, est influencé par la mer, déterminant ainsi un climat maritime. L'air humide des côtes est généralement malsain et incorfortable. Mais, comme le désert, la zone maritime engendre des micro-climats, souvent à proximité de la côte, où l'humidité est absorbée par l'air

---

* DREYFUS, J.: Le confort dans l'habitation en pays tropical. Eyrolles, Paris 1960.

tems are caused by the interaction of a shading to a great extent planted, vegetation, a natural humidification of the dry air by evaporation from irrigation systems, vegetation and soil, and last but not least, by the ventilation created by the eternally blowing desert winds.

In the southern Morocco, in Libya, Egypt, and Sudan as well as on the Arabian peninsula, the deserts extend to the sea. The desert climate of these croastal areas is usually modified more or less by the land and sea breezes, and hereby caused natural humidification of the dry air.

Although deserts in general are known as hot places, the fact that very cold temperatures are reached at nighttime during the winter should not be ignored. Thus snow occurs almost anywhere north of the latitude 30^{o} N, even at sea level, and its frequency increases with altitude and latitude.

The southern Sudan has extremely high precipitation during July, August, September and almost none during November - February. As the annual relative humidity is fairly high and at highest when the temperatures are at highest, the climate factors affecting planning are those typical of the hot humid tropics. *

The subtropical coasts of the Arab region towards the Mediterranean are climatologically of too great variety to be regarded as having the same climate.

As already mentioned above, the desert of North Africa, in Libya and Egypt, is extended to the sea, while in Lebanon as well as in Morocco and Algiers the climate can be characterized as humid to very humid and the vegetation is very rich. Between these extremes all degrees of variations can be registered.- On the other hand the logic of speaking of one Mediterranean climate zone can be defended by the fact that the climates of the coasts, somewhere maybe only a narrow strip, at other places, including vast inlands, are influenced by the Mediterranean, and as such they can be classified as a maritime zone. Generally, the humid air of the coast is unhealthy and the climate uncomfortable, but like the desert, the maritime zone has its micro-climates, which are often found a little away from the coast where the humidity of the sea breeze

---

* Bibliography: R.H. Reed: Design for natural ventilation in hot humid weather.

sec de l'intérieur, comme aussi dans les parties des péninsules et des îles situées à l'abri du vent.

Des cartes indiquant l'humidité, les vents et les températures dans la Région sont présentées dans cette étude. Elles ne peuvent être considérées que comme une information générale seulement. Dans chaque cas particulier, les données climatiques devraient être collectées d'une façon plus détaillée auprès de sources approuvées officiellement. Si de telles sources n'existent pas, il faudra recourir à des relevés effectués localement. Il est recommandé d'inclure dans ces recherches locales l'analyse des bâtiments existants sur place.

A.III LE CHOIX DU SITE.

III.1 Les anciennes cités des cultures grecques, romaines et islamiques étaient installées et organisées de façon à tirer un parti maximum des vents dominants, ainsi que d'autres facteurs climatiques, de façon à contribuer le plus possible au confort de leurs habitants.

L'urbanisation moderne trop souvent ignore ces considérations "irrationnelles" et ne prête attention qu'aux facteurs "rationnels" tels que circulation, industrie, valeur du terrain, etc.

III.2 Cependant, la sélection de sites pour les installations éducatives devrait être effectuée en intégrant davantage les aspects "rationnels" et "irrationnels". Une implantation doit être faite en tenant compte de la carte scolaire - ou culturelle - mais aussi, si plusieurs emplacements sont possibles, de facteurs tels que le vent, les ombrages existants, l'humidité, le bruit provenant du voisinage ou du trafic, ainsi que des possibilités de réaliser d'intéressants angles de vue.

A.IV L'ORIENTATION DES BATIMENTS EDUCATIFS.

IV.1 Pour déterminer la meilleure orientation des locaux éducatifs, les facteurs suivants sont à prendre en compte:

a. Eclairage naturel.
b. Protection contre le soleil (minimum d'ensoleillement sur les ouvertures).
c. Ventilation naturelle (direction des vents dominants).
d. Conditions topographiques.

is absorbed by the dry air of the inland and on the lee side of peninsulas and islands.

Climate maps showing humidity, winds, and temperature of the region are included in this study. They should be regarded as general information only. In each specific case, the local climatic data should be collected from more detailed, officially approved sources, or if such sources, or if such sources are not existing, through local investigations and surveys. A recommendable method to be included in such local surveys is the analysis of old buildings on the spot.

A.III THE SELECTION OF SITE.

III.1 The antique towns of the Greek and Roman cultures as well as those of the Islamic culture were placed and structured to take maximum advantage of the prevailing winds as well as other climatic factors which could possibly add to comfort of the inhabitants.

Modern townplanning too often ignores such "irrational" aspects, paying only attention to "rational" factors such as traffic, industry, land-prices etc.

III.2 In every case the election of the site for a new school ought to be a result of an integrated coordination of all "rational" as well as "irrational" aspects. An approximate location must consider the demands of the schoolmap, but when the right zone has been determined, and if there are more than one site available, such factors as wind, shadow provided by existing trees, humidity and noise from neighbourhood or from traffic, as well as the possibility of achieving a nice view ought to be considered when choosing the final site.

A.IV THE ORIENTATION OF SCHOOLBUILDINGS.

IV.1 On a chosen site, a number of different aspects must be considered when the best orientation of the classrooms is to be determined.

a. Natural light.
b. Sun shading. (Minimum solar load on facadeopenings.)
c. Natural ventilation. (Prevailing wind directions.)
d. Geophysical precondition. (Horizontal or sloping site).

e. Vue.
f. Relations avec le voisinage et l'infrastructure (routes, services, etc...)

IV.2 La plupart des autres études s'attachant au même sujet traitaient surtout des conditions relatives aux régions équatoriales où l'altitude du soleil est telle que la façon la plus économique de protéger les façades principales est de les orienter Nord-Sud. Il en résulte que dans la plupart des cas les orientations qui ne sont pas voisines sont écartées. Dans les Etats Arabes, particulièrement au Nord, l'altitude du soleil durant l'hiver est si basse qu'une protection d'une façade Sud contre le soleil devient presqu'aussi onéreuse que celle des façades Est ou Ouest. De plus dans certaines régions les vents dominants sont orientés Est-Ouest, alors que dans les zones équatoriales, ils soufflent principalement selon l'axe Nord-Sud.

Un troisième fait est à relever concernant l'orientation Est : un certain ensoleillement peut être le bienvenu pendant les premières heures froides de la journée en hiver et constituer ainsi une économie de chauffage considérable.

C'est pour cet ensemble de raisons que les orientations Est et Ouest ont été inclues dans la présente étude.

A.V ECLAIRAGE NATUREL

V.1 Une protection contre le soleil placée devant une ouverture de façade ou incorporée au bâtiment, peut changer le niveau d'éclairage ainsi que la distribution de la lumière à l'intérieur des locaux.

Un éclairage intérieur idéal est déterminé par*:

1. Le facteur de ciel minimum, T min.

2. Le facteur de contraste maximum, $\frac{T\ min.}{T\ max.} \geqslant \frac{1}{3}$

Ces deux facteurs dépendent des dimensions d'ensemble du local, ainsi que d'éléments architecturaux, comme l'emplacement et la dimension des fenêtres, les coefficients de réflexion du plafond et des parois, les protections contre le soleil, etc. L'ampleur du problème justifierait un développement qui sortirait des limites de la présente étude. On se contentera d'évoquer l'influence des protections contre le soleil les plus courantes sur l'éclairage naturel des locaux abrités.

---

* Bibl.: ALGERIE - Constructions Scolaires - Recueil de Normes, Alger, Décembre 1971.

e. View.
f. Urban relationship. (Orientation of neighbouring buildings and infrastructure.)

IV.2 Previous studies of sunshading have ignored direct East and West, as well as W.N.W.-, W.S.W.-, E.N.E.-, and E.S.E.- orientations of open façades in schoolbuildings. However, these studies have mainly been related to geographical regions closer to the equatorial zone where the solar altitudes favor an economic solution of sun-shading of North- and South-façades. In the region of Arab states, especially in the northern parts, the solar altitudes in winter time are so low that a sufficient sun protection of a South façade becomes almost as expensive as that of East- or West-façades. Further, the prevailing wind directions are somewhere in the Arab region East-West, whereas in the equatorial zone they are North-South.

A third fact worth mentioning, especially in relationship to the eastern orientation, is that some sun penetration during the cold morning hours in winter time, in order to obtain a heat gain, can considerably limit the heating expenses.

Due to these factors as well as to the conclusion that the other aspects mentioned above are relevant reasons for the correct orientation, the eastern and western orientations of façade openings have been included in this study.

A.V NATURAL LIGHT.

V.1 A sun shading device, placed in front of a façade opening or as an integrated part of the building, can change the light-niveau as well as the light-distribution in the room behind.

The ideal light in a classroom is determined by:*

1. The minimum light factor, T min.

2. The maximum contrast factor, $\frac{T\ min}{T\ max} \geq \frac{1}{3}$

These two factors depend on the overall dimensions of the classroom as well as on a number of design factors such as dimensions and placements of windows, reflection-coefficients of ceiling and walls, sun shading structures, etc. As the problem in all its aspects is complex enough to fill its own book, its inclusion here is limited to principal illustrations of the influence on the natural light of the most common shading structures.

* Bibliography: Principles of Modern Building, Vol. I.

Dans un local profond sans protection le facteur de contraste T min./T max. est intolérable (fig. 1).

Si l'ombre est engendrée par une disposition de type loggia, le contraste est plus faible, mais la profondeur du local détermine un manque de lumière dans sa partie la plus éloignée de la source (fig. 2).

Avec des protections horizontales, il est possible d'obtenir une réflexion de la lumière suffisante dans la partie la plus sombre grâce à un plafond peint de couleur claire, tout en assurant une réduction suffisante de la lumière sur les places proches des fenêtres (fig. 3).

L'une des nombreuses possibilités de réduction du contraste dans un local profond (fig. 4).

Si les proportions du local le permettent, la loggia peut aussi constituer une bonne solution au problème de l'éclairage naturel et de protection contre le soleil (fig. 5).

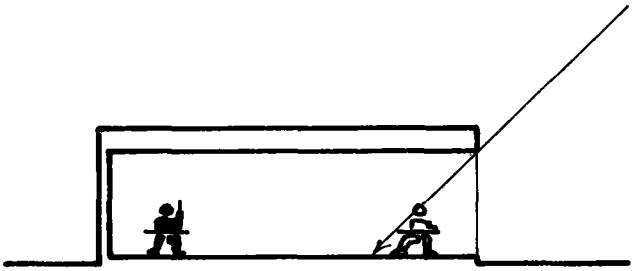


Fig. 1

In a deep room without sun shading, the contrast factor, Tmin/Tmax, between the insolated- and the shadowed-place is intolerable.

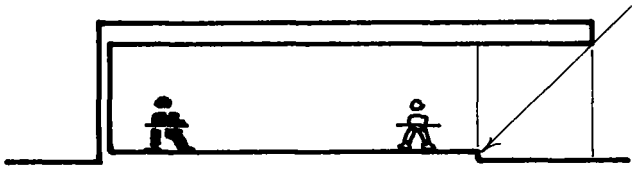


Fig. 2

If a shading solution of the loggia type is applied, the contrast factor is smaller, but the room is now so deep, that the inner place has insufficient light.

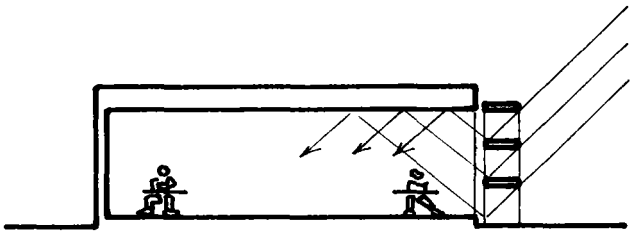


Fig. 3

If horizontal shades are used, they might, in inter-action with a bright painted ceiling, be able to reflect sufficient light to the inner place and at the same time reduce the light factor sufficiently at the window place.

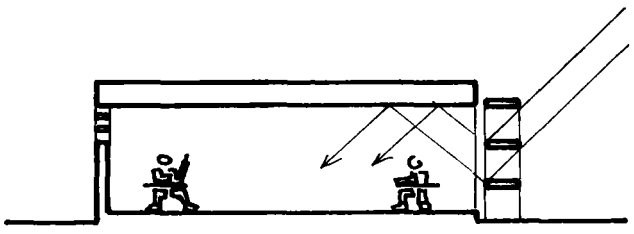


Fig. 4

This shows one of many possibilities of reducing the contrast factor in a deep classroom.

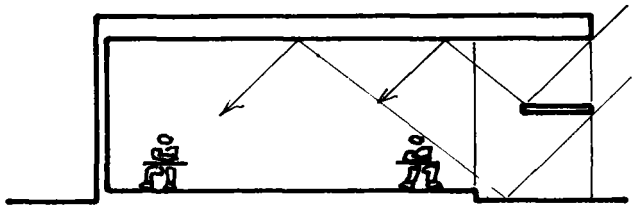


Fig. 5

If the proportions of the classroom allow the solution, the loggia is an excellent answer to the problems of natural light and sun shading.

A.VI LA NATURE DE LA CHALEUR. Quelques principes pour la discussion de son contrôle.

VI.1 La radiation solaire:

Un tiers environ de l'énergie solaire parvient à la surface de la terre. Le reste est soit réfléchi soit absorbé dans la haute atmosphère. Quant à l'énergie qui touche la terre, un tiers environ en est absorbé sous forme de chaleur par la terre elle-même ou par les superstructures naturelles ou artificielles. Le reste est renvoyé dans l'atmosphère par différents phénomènes tels que convection, évaporation ou réflexion.

La transformation de l'énergie solaire en chaleur est la cause de tous les phénomènes climatiques (à l'exception de ceux résultant des tremblements de terre, de la gravitation des astres, ou récemment, des explosions nucléaires et des grands ouvrages hydrauliques).

VI.2 La chaleur dans les bâtiments:

Les phénomènes physiques dûs aux échanges thermiques dans les bâtiments sont:

a. L'absorption et l'emmagasinage de chaleur dans les matériaux de construction, engendrés par la radiation solaire ou la température de l'air.
b. L'émission de chaleur par les matériaux vers l'extérieur comme vers l'intérieur des bâtiments.
c. L'échange de chaleur métabolique des personnes à l'intérieur des bâtiments.
d. La température et l'humidité de l'air.
e. La vitesse du vent.

Tels sont les facteurs à contrôler ou à utiliser pour obtenir un climat intérieur confortable.

L'absorption de la chaleur dans les matériaux de construction est fonction de:

i. L'intensité de la radiation solaire. Son contrôle est réalisé par les protections.

ii. Le coefficient de réflexion de la surface externe du bâtiment. Son contrôle dépend du choix des matériaux et de leur traitement, tel que par exemple le blanchiment.

A.VI THE NATURE OF HEAT. Discussion of the basic rules for heat control.

VI.1 Solar Radiation:

Only about one third of the energy of the solar radiation reaching the outer atmosphere of the earth penetrates to the surface of the earth. The two thirds are either reflected back into the universal space or absorved by the outer atmosphere. Of the energy reaching the earth-surface, about one third is absorbed as heat by the earth or, for instance, by man-made structures on the surface of the earth. The rest is by different processes, such as convection, evaporation and radiation emitted to the closer layers of the atmosphere.

The transformation of solar radiative energy into heating of the earth and its atmosphere is the cause of all climatic phenomena. (Except for those created by earthquakes and interstellar graviation, or in modern times by atom-bombs and macroscale-dams).

VI.2 The Physics of Heat in Buildings:

The physical phenomena which are related to the exchange of heat in buildings are:

a. The absorbtion and storage of heat in the building materials caused by the solar radiation or by the temperature of the air.
b. The emission of heat from the building materials to the surroundings as well as to the interior of the building.
c. The exchange of metabolic heat from people inside the building.
d. The temperature and humidity of the air.
e. The wind speed.

These are the factors to be controlled or utilized in order to obtain a comfortable indoor climate.

The absorbtion of heat into building materials depends on:

i. The strength of the solar radiation. Control is obtained by shading structures.
ii. The reflection coefficient of the surface of the building. Control is obtained through the right choice of material or by special surface treatment as, for instance, whitewash.

VI.3 Table des coefficients de réflexion:

Terre	6%
Béton	6%
Sable blanc	9%
Maçonnerie rouge	30%
Amiante-ciment blanc	60%
Blanchiment	80%
Aluminium	80%

Du point de vue de la protection contre la chaleur le coefficient le plus élevé est le meilleur. Cependant, l'éblouissement provoqué par des surfaces très réfléchissantes ne doit pas être négligé

VI.4 Emmagasinnage et émission de chaleur:
La chaleur non réfléchie est absorbée. De l'extérieur elle pénétrera à une vitesse qui dépend de la conductivité du matériau, puis elle sera transmise à l'air et aux autres surfaces intérieurs du local.

Les coefficients de conductivité des matériaux sont:

X: conductivité thermique
Y: chaleur spécifique
Z: densité

X x Y x Z = capacité d'emmagasinage de chaleur.

Les locaux éducatifs qui ne sont utilisés que pendant le jour devraient être construits de matériaux présentant une capacité d'emmagasinage élevée. Ainsi la pénétration de la chaleur pendant le jour sera retenue et la fraîcheur de la nuit sera conservée.

VI.5 Valeurs des capacités d'emmagasinage pour une épaisseur de matériaux de 30 cm.:

Acier	180
Aluminium	120
Béton	220
Pierre	95
Verre	90
Briques	80
Blocs ciment	70
Briques alvéolées	60

VI.3 Table of reflexion coefficients:

Earth	6%
Concrete	6%
White sand	9%
Red masonry	30%
White eternite	60%
Whitewash	80%
Alu.-Sheats	80%

From the heat protection point of view the highest reflection coefficient is recommendable. However, the problem of glare which occurs in relation to highly reflective surfaces as, for instance, whitewash should not be neglected.

VI.4 Storage and emission of heat:
The solar energy which is not reflected from the surfaces of the building materials will be absorbed as stored heat. From the outside, the heat will penetrate at a speed dependant of the thermal conductivity of the material to the inside surface from where it will be emitted to the air and to the other surfaces in the room.

The relevant material coefficients which caracterize the building materials in this respect, are:

X: The thermal conductivity
Y: The specific heat
Z: The density

X x Y x Z = The heat Storage Capacity

School buildings which are only used at daytime should be built by dense heavy materials with high heat storage capacity. The heat stored during the day will hardly penetrate before the schoolday is over and the coolness stored at night in walls and ceilings will lower the room temperature during the day.

VI.5 Table of heat storage capacity values (Wall of thickness: One Ft/30 cm):

Iron, steel	180
Aluminium	120
Concrete	110
Stone	95
Glass	90
Bricks	80
Concrete hollow blocks	70
Cellular bricks	60

VI.6 Cependant, dans la plupart des cas, les considérations économiques limitent l'épaisseur de la construction à un point tel que la capacité d'emmagasinage est saturée trop tôt, ce qui occasionne l'émission de la chaleur à l'intérieur du local avant la fin de la journée.

Cette émission de chaleur ne peut être que partiellement compensée par une ventilation effective, car sa partie irradiée continuera d'agir sur les objets et les occupants.

Le recours à une épaisseur économique des matériaux entraîne l'importance accordée aux dispositions protectrices, non seulement pour les ouvertures de façade mais aussi bien pour les toitures et les murs pignons.

De même, l'emploi de matériaux isolants pour prévenir la pénétration de la chaleur prendra sans doute de l'importance avec le temps.

VI.7 Ventilation:*

Même une différence petite entre les températures intérieurs et extérieurs, ou un faible mouvement d'air peuvent donner un sentiment de confort. Dans les régions chaudes et humides en particulier, la sensation de confort dépend du mouvement de l'air.

Ce mouvement est fonction de:

a. La vitesse extérieure du vent, déterminant des zones de pression et de dépression autour du bâtiment.
b. La différence de température entre façades à l'ombre et façades ensoleillées.
c. L'effet thermique de la chaleur métabolique des occupants.

Comme c'est le premier de ces facteurs qui est le plus important (sauf s'il n'y a pas de vent du tout), il faut prêter la plus grande attention à l'orientation des bâtiments, ainsi qu'à l'emplacement et aux dimensions des ouvertures de ventilation.

Comme principe de base, ce sont les façades orientées perpendiculairement aux vents dominants qui détermineront le maximum de ventilation. Cependant, si l'importance d'autres facteurs (v. IV.1) entraîne une orientation peu

---

* V. Dreyfus, op. cit.

VI.6 However, in most cases, economic considerations limit the thicknesses of construction so much that the heat storage capacity is saturated too early which causes heat emission into the classroom before the schoolday is over.

This heat emission can only to a certain extent be compensated by effective ventilation because the radiative part of it will hit and heat the floor and the furniture as well as the people in the room.

The use of economic construction thicknesses, (low heat storage capacity) increases the importance of shading structures, not only for the façade openings but for the roofs and gableends as well.

To prevent the heat from penetrating by the use of insulation materials is a possibility which in the Arab region in the future undoubtedly will be a common solution to this problem.

VI.7 Ventilation:*

Even a small difference between the interior and the exterior temperature or a small amount of air movement gives the feeling of comfort. Especially in a hot humid climate, the sensation of comfort is dependant on the amount of air movement.

The air movement inside a building is the result of:

a. The outside windspeed which causes pressures and vacuums around the building.
b. The difference in temperature between insolated and shaded façades.
c. The thermic effect derived from metabolic heat.

As the effects of b and c are only small (except for places where there is no wind at all) compared to a, the main emphasis should be placed at the correct orientation of the buildings as well as the placement and dimensioning of ventilation openings.

As a main rule, façades oriented perpendicularly to the wind direction will promote maximum ventilation. However, if the importance of other factors (see IV.1) results in an orientation which does not in itself

---

* Bibliography: R.H. Reed: Design for Natural Ventilation in Hot Humid Climate.

favorable à la ventilation, on peut y pallier par la plantation d'arbres soit formant écrancs, soit canalisant le vent, ou encore par l'installation de superstructures de prise d'air. Une attention plus particulière devrait être portée à la combinaison des éléments de protection contre le soleil et de prise d'air, de façon à prévenir une mauvaise ventilation par une conception erronée des protections contre le soleil.

En principe les entrées d'air devraient être placées en position basse et de dimension inférieure aux sorties d'air, placées en position haute pour accélérer la vitesse du mouvement d'air.

create the ventilation, this can be achieved through the plantation of windbarriers or through addition of wind-catching structures to the roof or to the façades. Attention should be paid to the possibility of combining the sun shading function and the wind-catching function in the same structure as well as the danger of spoiling a good ventilation precondition by a wrong concept for the sun shading structure.

Concerning the placement and dimensioning of ventilation openings, both inlets and outlets ought to be of variable size. Inlets should be placed low while outlets high and outlets should be bigger than inlets in order to increase the velocity of the airflow.

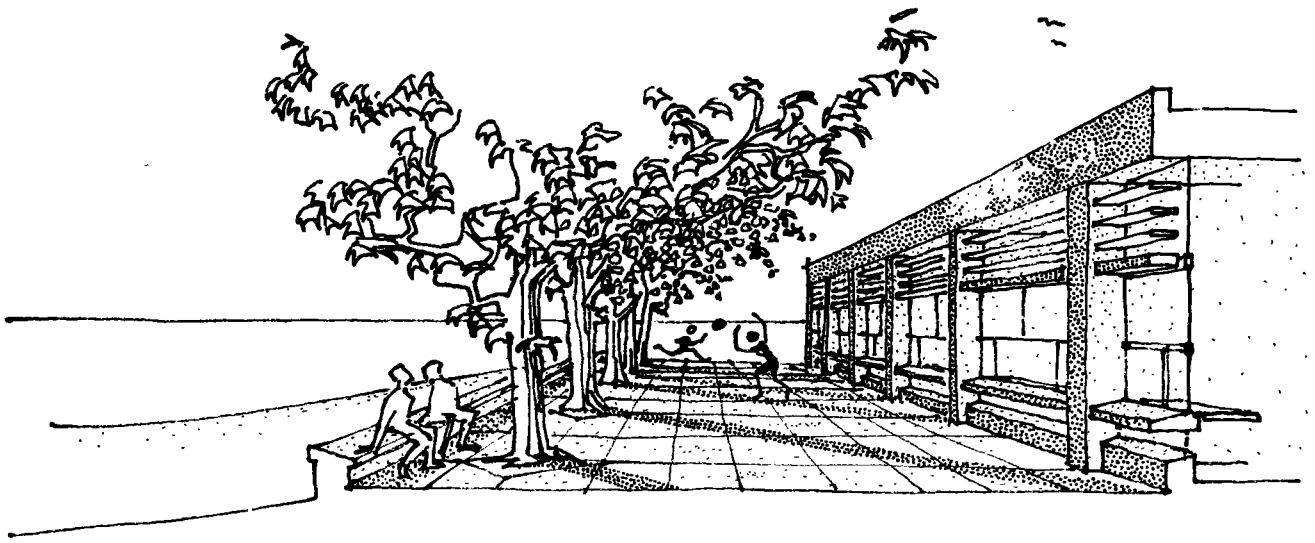
A.VII MOYENS DE PROTECTION

VII.1 Ombrage naturel:

La nature peut créer par elle-même un micro-climat agréable. Quelques collines peuvent changer la direction et la vitesse du vent. Une montagne peut ménager de l'ombre pendant les premières heures de la journée ou les dernières.

L'ombre d'un arbre sur un bâtiment a un effet selon la taille et la forme de son feuillage, ainsi que selon sa position relative.
Dans la mesure où sa croissance peut être contrôlée par la taille de ses branches, un arbre existant ou à planter offrira un ombrage qui peut être déterminé au moyen des diagrammes solaires.

La figure 1 représente la protection d'une façade contre le soleil culminant au Sud par un arbre planté très près. La figure 2 montre comment l'éloignement d'un arbre peut assurer une meilleure protection d'une façade Est ou Ouest contre le soleil bas.



A.VII SHADING MEANS

VII.1 Shading by natural means:
A pleasant microclimate is often created by the nature itself. - A couple of hills can change the speed or direction of the wind - a mountain can give some shadow during the early morning or late afternoon hours.

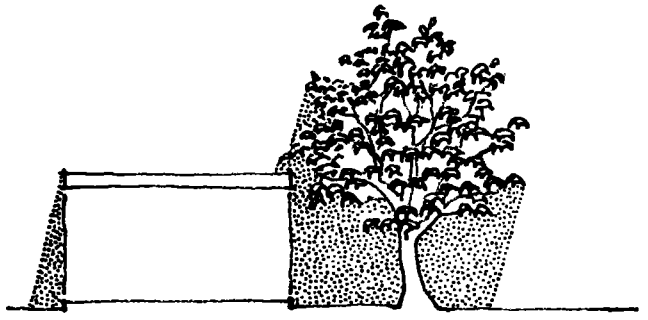


Fig.1

The shading effect of a tree on a building depends on the shape and size of the crown and on the distance between the building and the tree. To a certain extent, depending on how well the growth can be controlled through cutting, the shadow of an existing tree as well as the future shadow of a planned tree is determinable by use of the solar diagram.

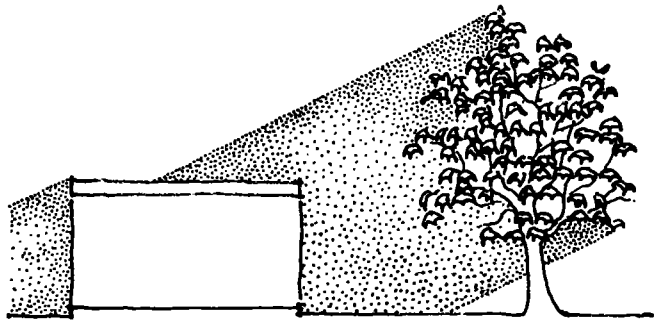


Fig.2

Fig. 1 shows how a South façade is protected against a high sun by a closely situated tree, while Fig. 2 shows that by increasing the distance between the tree and the building the tree will be in a better situation to protect an East or a West façade against a low sun.

VII.2 Ombrage déterminé par des plantations en espalier, par de simples nattes,de l'herbe ou du bambou:

Les exemples présentent quelques possibilités de caractère plus ou moins temporaire ou saisonnier.

Ombrage d'un espace éducatif en plein-air (fig. 1).

Ombrage simple, réglable au moyen de rideaux de nattes ou de bambous (fig. 2).

Ombrage temporaire en attendant que les arbres aient atteint une taille suffisante pour porter ombre (fig. 3).

En été, l'ombrage d'un toit d'une capacité d'emmagasinage de chaleur trop faible, peut entraîner une diminution considérable de la température à l'intérieur. Un vide doit permettre à l'air de circuler entre l'écran et la partie protégée, (fig. 4).

Le même effet peut être réalisé par l'ombrage d'une toiture en terrasse. Pour obtenir autant d'ombre que possible, l'écran doit être placé assez bas, soit à deux mètres environ au-dessus du niveau de la terrasse, (fig. 5)

VII.2 Shadow Provided by Espalier Plantations or by Simple Mats of Grass or Bamboo:

The illustrations on this page show a few possibilities of more or less temporary or seasonal character.

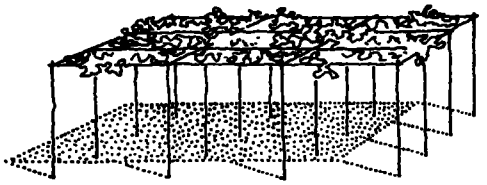


Fig.1 The shading of an outdoor classroom

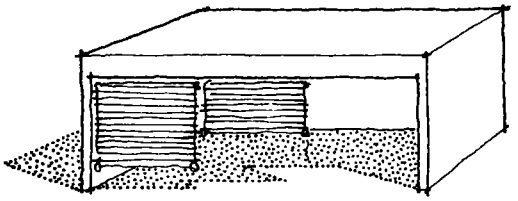


Fig.2 A simple adjustable shading device achieved by a bamboo or grassmat curtain.

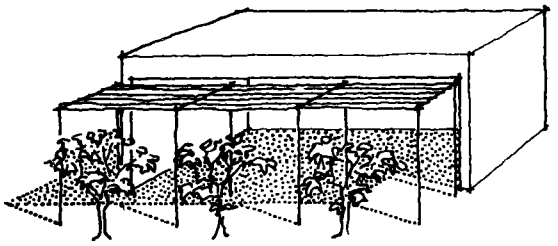


Fig.3 Temporary shading while trees reach a sufficient shadow-giving size.

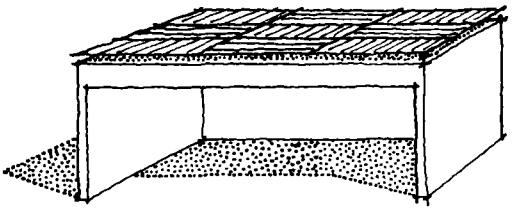


Fig.4 During the summer, the shading of a roof of too low heat storage capacity can considerably diminish the heat in the room. A ventilated space between the shading and the shaded element is necessary.

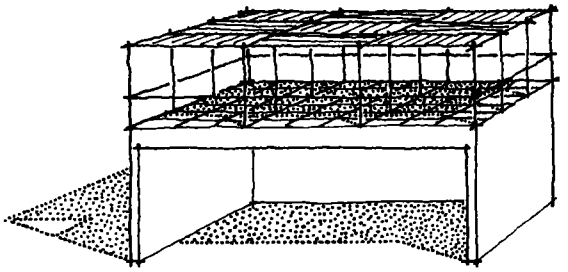


Fig.5 The same effect as mentioned under 4. can be achieved by the shaded roof terrace. In order to obtain as much shadow as possible the shading device should be kept low, about two meters above the pavement of the terrace.

VII.3 Structures protectrices de toiture (v. VI.2.2):

Double toiture avec intervalle ventilé (fig. 1).

Protection par évaporation d'eau, là où cette dernière est fournie en abondance. L'étanchéité doit être très soignée (fig. 2).

Ombrage par plantation d'herbe ou de plantes rampantes. La terre nécessaire augmente elle-même la capacité d'emmagasinage. Attention à certaines plantes dont les racines peuvent pénétrer et détériorer la dalle de toiture (fig. 3).

Revêtement ventilé d'une toiture en terrasse. (v. aussi détails en VII.5) (fig. 4).

Toiture en terrasse ombragée. (v. aussi VII.2) (fig. 5).

VII.3 Shading Structure for the Protection of Roofs (See also VI.2):

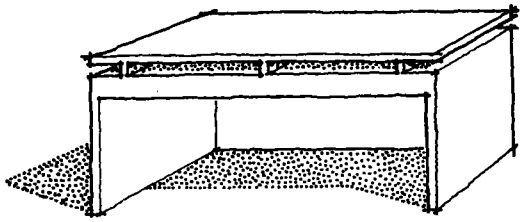


Fig.1 The double roof with a ventilated space in between.

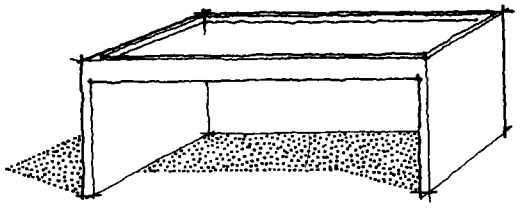


Fig.2 Evaporative cooling of a roof by means of a water basin is only applicable at locations with surplus water supply. Attention should be paid to sufficient water proofing.

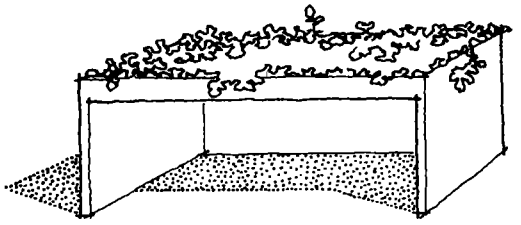


Fig.3 Shading provided by grass or creeping plants. The necessary earth will increase the heat storage capacity of the roof. Attention should be paid to the fact that the roots of certain creeping plants are able to penetrate and spoil the roof.

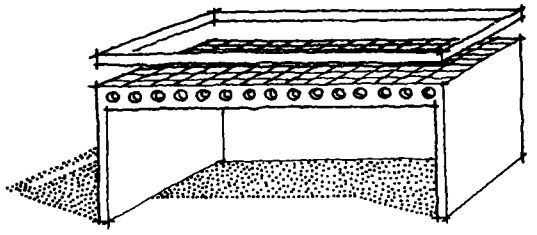


Fig.4 Ventilated pavement on a roof terrace (see also details VII.5).

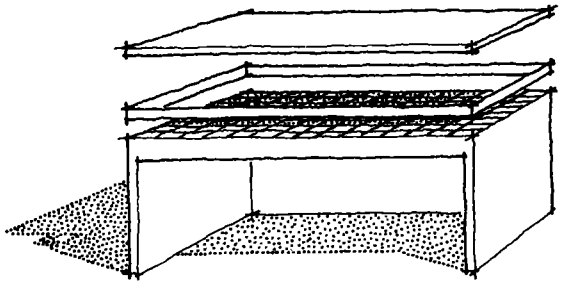


Fig.5 The shaded roof terrace (see also VII.2).

VII.4 Revêtement horizontal ventilé.
(v. aussi VII.3, 4 et VI.6):

Trois exemples de revêtements horizontaux ventilés.
Les ouvertures canalisant l'air doivent être placées face aux vents dominants.

Couche de briques posée sur rangées de briques (fig. 1).

Dallettes de ciment posées sur briques (fig. 2).

Carreaux posés sur voussettes de briques et remplissage de sable ou béton maigre (fig. 3).

VII.4 Ventilated Pavement, Details (see also VII.3.4, and VI.6):

The three examples on this page illustrate how a ventilated pavement could be constructed. The orientation of the "wind-channels" must correspond to the direction of the prevailing wind, indicated by arrows on the illustrations.

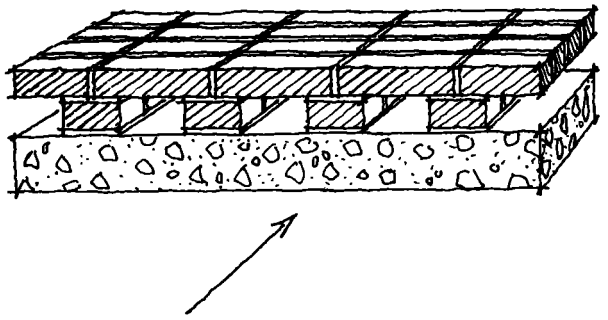


Fig.1 Bricks laid on bricks.

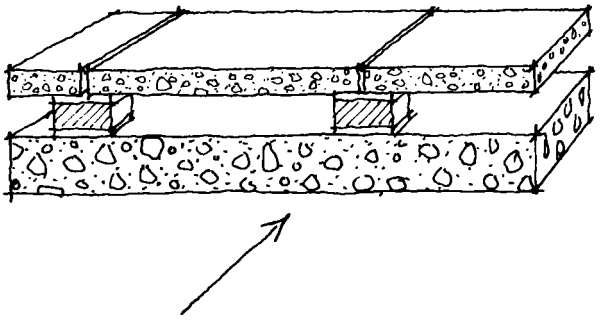


Fig.2 Cement plates on bricks.

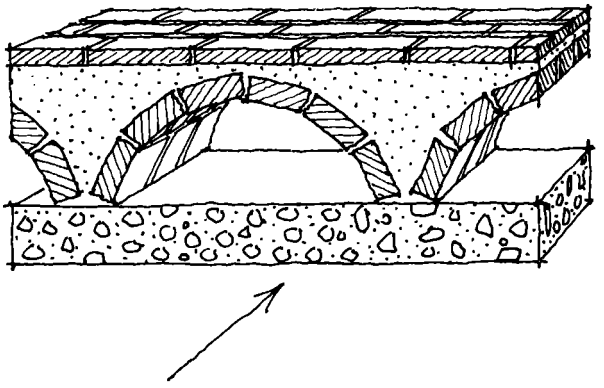


Fig.3 Tiles on sand, elevated by brick vaults.

VII.5 Structures portant ombre sur les ouvertures de façade:

Toiture en porte-à-faux. Le soleil peut pénétrer latéralement (fig. 1).

Loggia (ou galerie dans les bâtiments à plusieurs étages). L'augmentation de la profondeur des locaux peut affecter l'éclairage naturel intérieur (v. aussi A.V) (fig. 2).

Emploi de la structure principale du bâtiment (fig. 3)

Ombrages verticaux. Le soleil peut pénétrer par en-haut (fig. 4).

Ombrages horizontaux. Le soleil peut pénétrer latéralement (fig. 5).

Ombrage vertical frontal. Le soleil peut pénétrer latéralement et par en-haut (fig. 6).

VII.5 Shading Structures for the Protection of Open Façades:

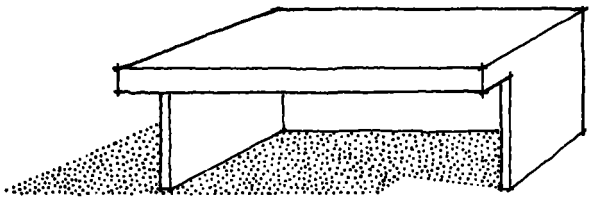


Fig.1 The cantilevered roof. Attention should be paid to the penetration of sun from the sides.

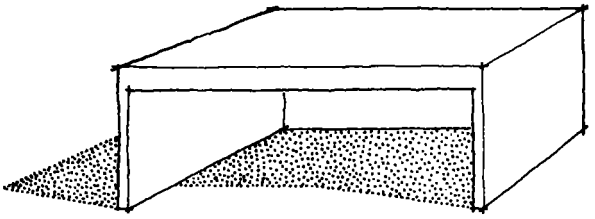


Fig.2 The loggia (or in multi-story buildings, the balcony). Attention should be paid to the increased depth of the room and hereby the influence on the natural light niveau of the room (see also A.V).

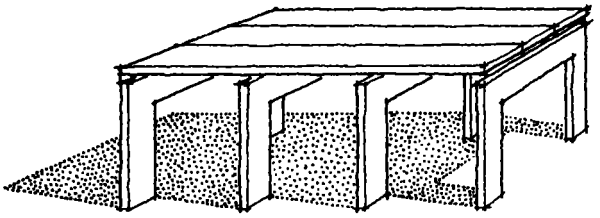


Fig.3 The basic structure of the house.

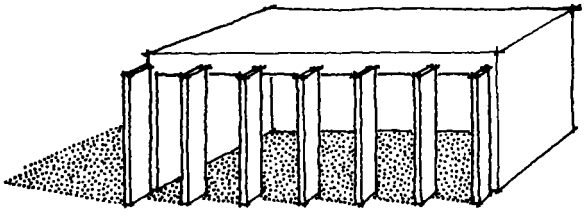


Fig.4 Vertical shades. Attention should be paid to the solar penetration from above.

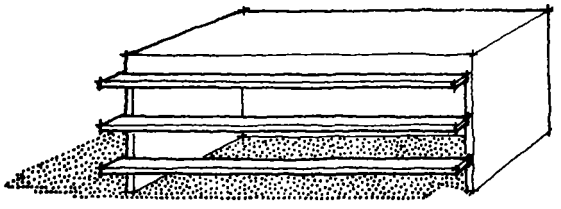


Fig.5 Horizontal shades. Attention should be paid to the solar penetration from the sides.

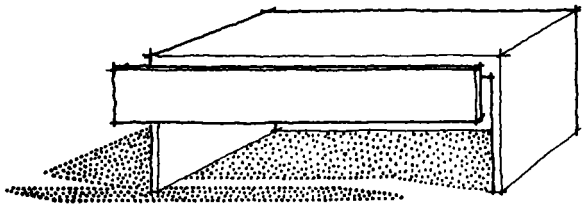


Fig.6 Horizontal shade in a vertical plane. Attention should be paid to the solar penetration from above as well as from the sides.

VII.5 (Suite)

Ombrage combiné horizontalement et verticalement (fig. 7).

Jalousies verticales (fixes ou réglables) (fig. 8).

Jalousies horizontales (fixes ou réglables) (fig. 9).

Jalousies horizontales frontales (fig. 10).

"Claustras" de béton (v. aussi détail VII.5) (fig. 11).

"Claustras" avec percements pour la vue (fig. 12).

VII.5 (Continued).

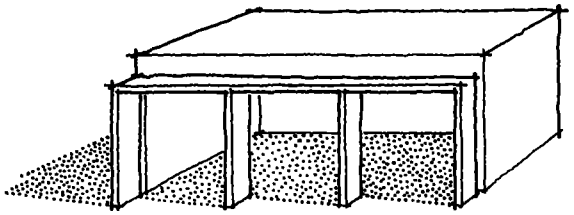


Fig.7 Combination of horizontal and vertical shades.

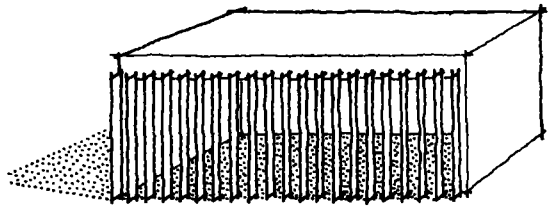


Fig.8 Vertical louvres. (Named blinds, when adjustably hinged).

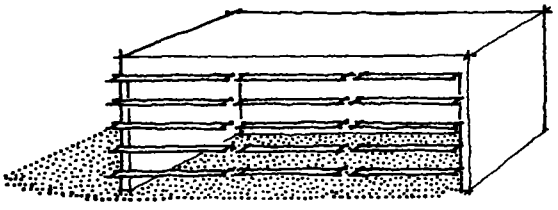


Fig.9 Horizontal louvres.(Named blinds,when adjustably hinged).

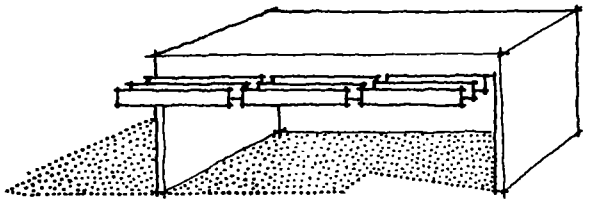


Fig.10 Horizontal louvres in a horizontal plane.

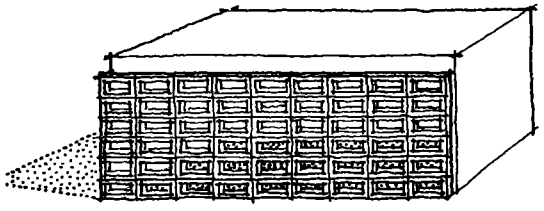


Fig.11 Concrete louvre blocks (see also details VII.6).

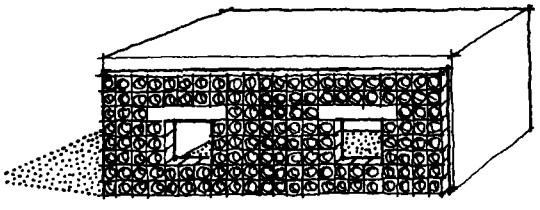


Fig.12 A concrete louvre block wall supplied with view holes.

VII.6 "Claustras" - détails.

Les "claustras" sont des éléments de construction d'une manipulation commode, utilisés pour protéger les ouvertures de façade. Convenablement disposés et dimensionnés selon les diagrammes solaires, ils permettent de prévenir la pénétration de la chaleur et de la forte luminosité. Tout en assurant un éclairage naturel et une ventilation suffisantes,ils sauvegardent l'intimité.

Dans le cas où le passage de la vue pourrait constituer un inconvénient, on peut recommander la solution des "claustras" en "boîte-aux-lettres" (fig. 1 et 2), qui permettent seulement la pénétration de la lumière indirecte, tout en assurant une certaine isolation acoustique.

Ces éléments faits en ciment ou en terre cuite sont à la portée de la plupart des pays.
A défaut, on peut recourir à des éléments plus simples, comme les drains de terre cuite ou les briques ordinaires.

Dans la plupart des pays chauds les "claustras" sont même employés sans pan de verre ou fenêtres placés en retrait.
Toutefois s'ils sont utilisés comme seconde façade placée en avant de la paroi extérieure, percée ou non, les "claustras" ne joueront pleinement leur rôle protecteur que si un espace aéré est ménagé entre eux et la façade réelle.

VII.6 Louvre Blocks, Details.

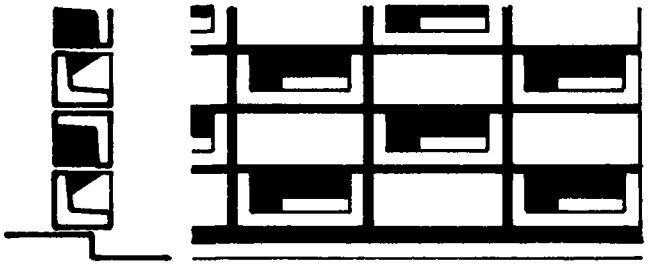


Fig.1

The screening of façade openings by the use of handsize simple building-elements put together into grids is a solution which, if it is correctly dimensioned according to the solar-diagram, prevents heat penetration and glare and ensures privacy at the same time as it provides sufficient daylight and natural ventilation.

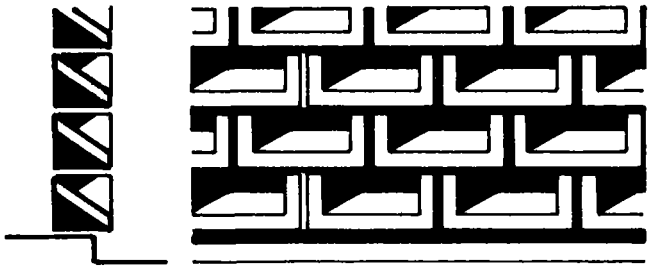


Fig.2

In cases where the view over the neighbourhood could be a disturbing factor, concrete louvre blocks (fig. 1 and 2) only permitting in-direct reflected light penetration and completely eliminating the view is a good solution, which at the same time provides a considerable noise-reduction.

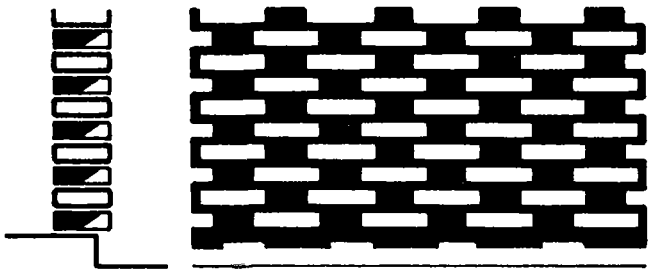


Fig.3

In most of the countries in the region louvre blocks made of concrete or ceramic are available as standard building materials.
In "a narrow turn" more ordinary elements like bricks or drain-pipes can be used as shown in fig. 3 and 4.

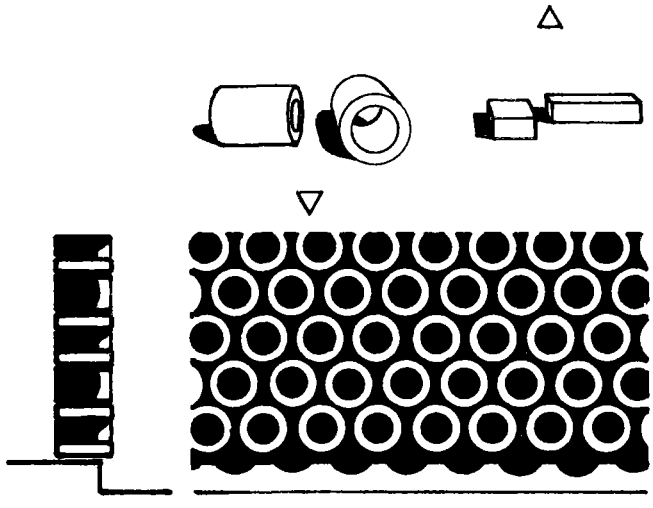


Fig.4

In primitive constructions in the southern countries of the region where the climate is hot all year round, the louvre block wall is recommendable without glasswalls or windows behind.
However, if the screen is placed as a "second façade" in front of a glasswall, a window or a massive wall, it can only act satisfactorily if an aired zone is ensured between the screen and the real façade.

PARTIE B: DETERMINATION DES PROTECTIONS CONTRE LE SOLEIL

B.I EXPLICATIONS GENERALES DES DIAGRAMMES SOLAIRES.

I.1 Définitions:

Azimuth: Position du soleil mesurée en degrés dans le sens des aiguilles d'une montre à partir du Nord de 0° à 360°.

Au	NE	l'azimuth	= 45°
A	l'E	"	= 90°
Au	SE	"	= 135°
Au	S	"	= 180°
Au	SO	"	= 225°
A	l'O	"	= 270°
Au	NO	"	= 315°
Au	N	"	= 360°

Altitude: Angle constitué par le plan horizontal et une droite passant par l'observateur et le soleil.
L'altitude correspond à 0° au lever et coucher du soleil. Elle atteint son maximum à midi, heure solaire, lorsque le soleil est au-dessus de l'observateur au Nord ou au Sud.

Angle de protection vertical: résulte de la projection de l'altitude sur un plan vertical, perpendiculaire à la façade.

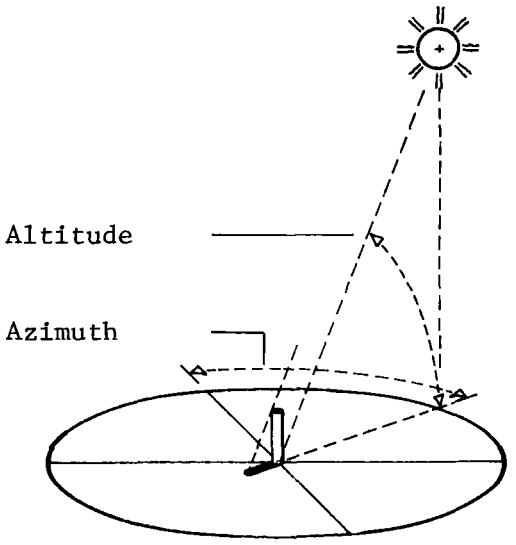
Angle de protection horizontal: est l'angle le plus petit formé par le plan de la façade et la direction du soleil projetée sur le plan horizontal.

Angles solaires critiques: sont formés par les angles de protection horizontal et vertical d'une façade le 22 décembre et le 22 juin.

SECTION B: DIMENSIONING OF SUN PROTECTION

B.I GENERAL EXPLANATION TO THE SUN ANGLE DIAGRAMS.

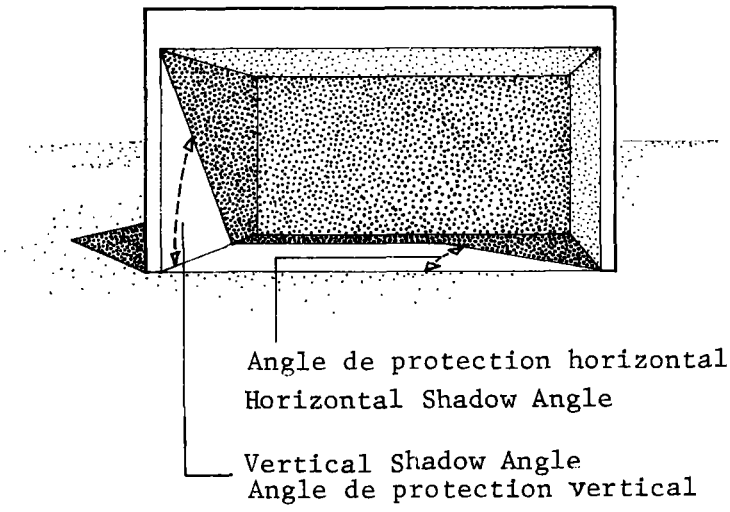
I.1 Definitions:



Azimuth: the declination of the sun clockwise measured in degrees from North to East, South, West and back to North. When the sun is situated directly towards North, the azimuth is either 0° or 360°. When the sun is situated directly towards NE, E, SE, S, SW, W, NW, the azimuth is respectively 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, and 315°.

Altitude: The angle between the horizontal plane and a connecting line between the place, where the altitude is measured and the sun. The altitude is zero at sunup and sundown, and it reaches its daily maximum at 12°° solar time when the sun is in direct South or North.

Vertical shadow angle: The projection of the altitude on a vertical plane perpendicular to the façade plane is the V.S.A. related to this façade plane.



Horizontal shadow angle, The smaller angle between the façade plane and the projection of the direction of the solar radiation on the horizontal plane is the H.S.A. related to this façade.

Critical sun angles: The vertical shadow angle and the horisontal shadow angle of a façade on the 22nd of December and on the 22nd of June are the critical sun angles related to this façade.

I.2 Définitions du temps solaire, du temps officiel et de l'écart du temps solaire:

Une rotation de 360° de la terre dure 24 heures, ce qui signifie qu'une rotation de 1 degré représente 4 minutes et qu'une rotation de 15° dure 1 heure. Le temps solaire de n'importe quel lieu correspond par définition à midi lorsque l'angle solaire atteint son maximum, que le soleil soit orienté au Sud ou au Nord. Lorsque sur une certaine longitude Y, le temps solaire est Xh., il est X + 1h. sur la longitude 15° plus à l'Est de Y et X - 1h. sur la longitude 15° plus à l'Ouest de Y (fig. 1).

Pour des raisons pratiques, on ne peut tenir compte des courts intervalles de temps solaire pour l'indication de l'heure. Ainsi le globe est divisé arbitrairement en zones de temps officiel. Le temps officiel d'une zone horaire est par définition midi lorsque le soleil atteint son angle vertical solaire maximum sur la longitude désignée comme référence de la zone horaire. Les différences en heures entre zones horaires sont déterminées par rapport au "temps moyen de Greenwich": GMT, GMT + 1, GMT + 2, etc...
L'écart entre le temps solaire et le temps officiel est défini comme l'écart du temps solaire (fig. 1).

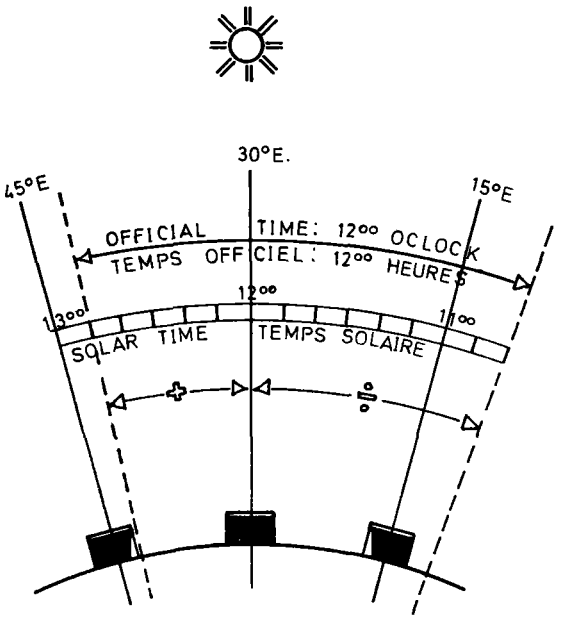


Fig.1

I.2 Definitions of Solar Time, Official Local Time, and Solar Time Variation:

One full rotation of 360° of the earth takes 24 hours, which means that each degree of rotation takes 4 minutes and that 15° rotation takes one hour. The solar time of any location on the earth is by definition 12°°, when the altitude of the sun reaches its daily maximum and the sun is in either direct South or direct North. When the solar time along a certain longitude, Y is X o'clock it is (X+ 1 hour) o'clock along the longitude 15° East of Y and (X+ 1 hour) o'clock along the longitude 15° West of Y, as illustrated in (1).

	OFF.TIME	(SUMMER)
Maroc	GMT	-
Algérie	GMT	-
Tunisie	GMT +1	-
Libya	GMT +2	-
Egypt	GMT +2	GMT +3
Sudan	GMT +2	GMT +3
Liban	GMT +2	GMT +3
Syrie	GMT +2	GMT +3
Jordan	GMT +2	-
Iraq	GMT +3	-
Saudi Arabia	GMT +3	-
Kuwait	GMT +3	-
Bahrain	GMT +4	-
Qatar	GMT +4	-
Trucial Oman	GMT +4	-
Oman	GMT +4	-
Yemen Aden	GMT +3	-
Yemen Sanaa	GMT +3	-

For practical reasons the small intervals of solar time are not used in the daily indication of time. The globe is therefore divided into official time zones. The official local time of an hour zone is, by definition, 12°°, when the sun reaches its daily maximum on the longitude to which the hour zone is related. The difference in hours between the hour zones is indicated on the basis of Greenwich mean time: GMT, GMT+1, GMT+2 etc. The difference between solar time and official time (illustrated in Fig. 1) is defined as the solar time variation.

I.3 La journée scolaire:

Une protection solaire dimensionnée selon les diagrammes déterminera une ombre totale de 7h. à 15h. dans les journées correspondant aux angles solaires critiques. Les autres jours, l'ombre sera plus étendue de chaque côté. Sur les emplacements proches de la longitude servant de référence au temps officiel local, la journée scolaire de 7h. à 15h. correspondra évidemment à la période d'ombre.

Dans les emplacements situés à l'Est de cette longitude, la période d'ombre sera d'autant plus avancée que l'écart solaire sera grand. Elle sera retardée si l'emplacement est situé à l'Ouest, selon le même principe. Pour les emplacements correspondant à un écart de temps solaire élevé, il sera nécessaire de procèder à une correction du phénomène par approximation.

En été une ombre complète devrait être assurée au moins une heure avant l'heure d'ouverture, alors qu'en hiver, dans les régions du Nord ou d'altitude élevée, la pénétration du soleil en début de matinée permettrait d'assurer une élévation de la température (v. aussi IV.2). Quant à la possibilité de pénétration solaire dans l'après-midi vers 15 h., ce problème est moins sérieux en raison de l'altitude encore relativement élevée du soleil et du fait qu'une faible partie de la façade sera exposée pendant une courte période de la journée scolaire. Cependant, si cette dernière est prolongée, il est certain qu'une protection dimensionnée selon les diagrammes ne sera pas suffisante pour les orientations Ouest (SO, O, NO). Or par une simple transposition, il sera facile d'établir l'azimuth et l'altitude à 17h. en prenant les valeurs correspondantes à 7h. En effet, l'altitude sera identique et l'azimuth aura une valeur égale à 17h. vers l'Ouest à celle qu'il avait vers l'Est à 7h.

I.3 The School Day.

A shading structure dimensioned according to the diagrams will provide total shadow from 7^{00} until 15^{00} o'clock, solar time, on the days of the critical sun angles. On other days, the shadowed period is extended at both ends. At locations close to the longitude to which the official time of a country is related, a school day from 7^{00} to 15^{00} will, hence, correspond exactly to the shadowed period.

At locations East of that longitude, total shadow will be reached as much earlier as the solar time variations of the location indicate while the totally shadowed period in the afternoon will end correspondingly earlier, and at locations West of the longitude mentioned the totally shadowed period will be delayed following the same rules. At locations with high solar time variation, a correction for the above phenomenon will be necessary.*

In summertime, total shadow ought to be provided about one hour before the children start their school day, while in winter time in the northern parts of the region as well as at high altitudes in the southern parts some sun penetration (see also IV.2) should be allowed during the first hours of the morning in order to obtain a natural heat gain. In the afternoon around 15 o'clock, the problem caused by a small sun penetration due to the solar time variation is not so serious because of the relatively high altitude of the sun and because only a small part of the façade will be exposed to solar radiation during a short period of the last school hour. (On the other hand, if the school day extends to after three o'clock in the afternoon, a shading device dimensioned in accordance with the diagrams will not sufficiently provide shadow for western (SW, W, NW) orientations of open façades. However, by a small manipulation, the azimuth and altitude at 17^{00} o'clock can be found through the corresponding values at 7^{00} o'clock. The altitude is the same, and the azimuth is as many degrees towards the West at 17^{00} o'clock, as it is towards the East at 7^{00} o'clock. Thus the necessary dimensioning of the shading device can be determined for 17^{00} o'clock also.

---

* by approximate estimation.

I.4 Emploi des diagrammes (v. annexes):

Les diagrammes sont une représentation graphique des angles solaires critiques pour chaque 2^{o} de latitude entre les latitudes 2^{o} N et 38^{o} N. Chaque latitude étudiée est indiquée sur une carte régionale avec les principales localités situées dans son voisinage. Les écarts de temps solaires des localités sont indiqués en + ou - minutes par rapport au temps officiel. Pour les localités non indiquées, il est possible de trouver leur temps solaire par interpolation, compte tenu qu'une différence de 1^{o} correspond à 4 minutes.

Les diagrammes montrent les angles solaires verticaux et horizontaux valables le 22 juin et le 22 décembre pour les latitudes 2^{o} N à 38^{o} N.

Les angles solaires verticaux et horizontaux sont déterminés par les azimuths et les altitudes du soleil à 7h., 9h.30, 12h. et 15h. Ils sont représentés graphiquement sur un bâtiment implanté selon toutes les orientations à intervalles de $22,5^{o}$. Les angles applicables aux orientations intermédiaires peuvent être trouvés par interpolation.

I.5 Précision:

Les différences dues aux situations éloignées des latitudes peuvent être également compensées par interpolation.

La compensation des écarts de temps solaire a été traitée en I.3.

Quant à la précision des angles, elle est indiquée au degré le plus proche*.

---

* Lippsmeier G.: Building in the Tropics, Callway, Munchen, 1969.

I.4 How to use the Sun Shading Diagrams (See annexes):

The sun shading diagrams are graphical presentations of the critical sun angles for every 2^{o} of latitude from 2^{o} to 38^{o} north. Each represented latitude is indicated on a region map showing also main geographical locations in the immediate neighbourhood of the latitude. These locations, being situated along the latitude have different longitudinal positions and therefore variating solar time. The difference between the official time of the country to which a certain location belongs and the solar time of the location is indicated in ± minutes under the signature of the location. If a definite location along a latitude is not shown on the map, it should be easy to find its solar time variation through interpolation, remembering that one degree corresponds to four minutes.

The sun shading diagrams show the vertical and horizontal sun angles on the 22nd of June and on the 22nd of December for the latitudes from 2^{o} North to 36^{o} North. The vertical and horizontal sun angles, worked out on the basis of solar altitude and azimuth at 7^{oo}, 9^{30}, 12^{oo}, and 15^{oo} o'clock, are graphically represented on a building orientated towards all compass directions with an interval of $22{,}5^{o}$. Angles of orientation between these intervals can approximately be determined through interpolation.

I.5 Accuracy:

The locations along the latitudes indicated on the region maps are seldom situated exactly on the latitude itself. Compensation for the inaccuracy caused hereby can be achieved by interpolation between the diagram of the latitude and that of the neighbouring latitude.

Compensation for the solar time variation is described in I.3.

Accuracy of angle indications on the diagrams: The angles are obtained from solar charts and angle protector (included with "Building in the Tropics by Georg Lippsmeier). The accuracy is to the nearest degree.

L'importance d'utiliser des données d'une précision très élevée est discutable, étant donné les possibilités d'erreur d'implantation lors des travaux de construction et les tolérances accordées normalement aux ouvrages et aux matériaux. Les écarts qui en résultent dans la pratique sont d'un ordre de grandeur plus élevé que ceux qui pourraient dériver d'imprécisions mineures dans la détermination des angles présentés dans les diagrammes.

The relevance of using highly accurate data is questionable, as a number of factors - such as errors of orientation in the setting-out stage of construction, the tolerance of precision that can be achieved in normal building work by average craftsmen, the extent to which common material elements is the needed dimensions for the constructions of shading structures are available, etc. - normally cause inaccuracies bigger than those deriving from the small lack of precision in the angle indications of the diagrams included.

B.II EXEMPLE PRATIQUE

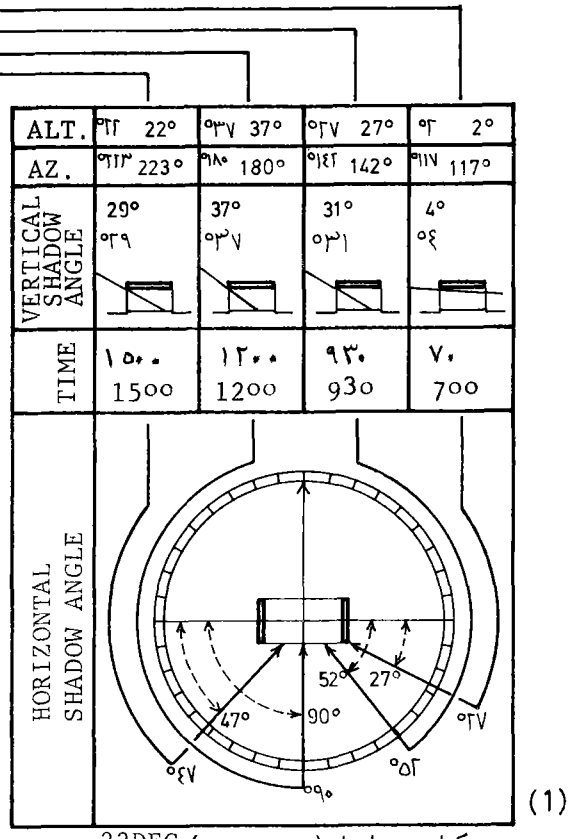
II.1 Pour illustrer l'emploi des diagrammes solaires, l'exemple d'un simple bâtiment composé d'un toit, de deux façades ouvertes et de murs pignons a été choisi. Sa situation géographique est celle du Caire (30° N et 31° E).

L'orientation des façades ouvertes est Nord-Sud.

Comme l'emplacement ne diffère que de 1° = 4 minutes de la longitude de référence au temps officiel (GMT + 2), aucune correction n'est pratiquement nécessaire pour l'écart du temps solaire.

Les diagrammes (fig. 1 et 2) montrent clairement que pratiquement seule la façade Sud doit être protégée le 22 décembre, les angles critiques relevés le 22 juin au Nord n'excédant pas ceux qui pourraient être engendrés par la différence entre le plan des vitrages et celui des meneaux.

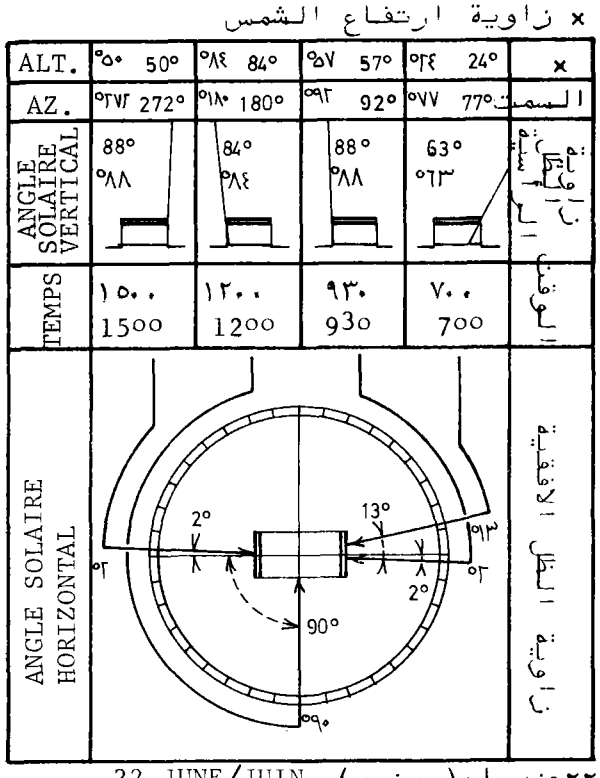
Les fig. 2a, b, c et d présentent les positions du soleil successivement à 7h., 9h.30, 12h. et 15h.



(1)

٢٢ كانون اول (ديسمبر) 22DEC

× زاوية ارتفاع الشمس



(2)

٢٢ حزيران (يونيو) 22 JUNE/JUIN

B.II PRACTICAL EXAMPLES

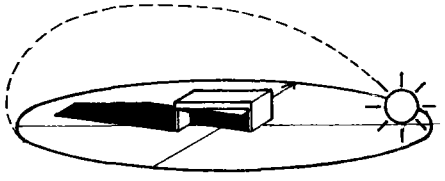
II.1 In order to illustrate the use of the sun angle diagrams, a simple building consisting of roof, two open façades, and two gable ends has been chosen. Geographical location: Cairo, 30°N and 31°E. Orientation of the two open façades: direct North and South.

As the location only differs 1°= four minutes from the longitude which represents the official time of Egypt (GMT+2), no correction for solar time variation is necessary.

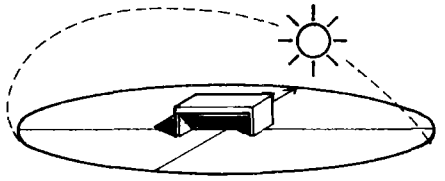
The diagram, Fig. 1 which represents the critical sun angles for the North façade, shows, that on the 22nd of June, the North façade is exposed to solar radiation a short time in the morning only. The horizontal shadow angle is so small, that sufficient protection can be provided by, for instance, a small difference of plane between window glass and mullions.

The diagram, Fig.2, represents the critical sun angles for the South façade.

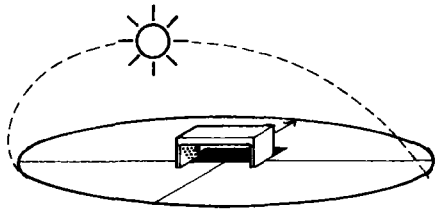
Fig.(2a),(2b),(2c), and (2d) are spatial illustrations of this diagram showing solar positions on the sky respectively at 7^{00} , 9^{30} , 12^{00} , and 15^{00}.



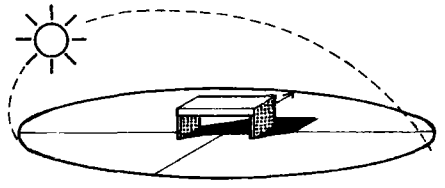
(2a)



(2b)



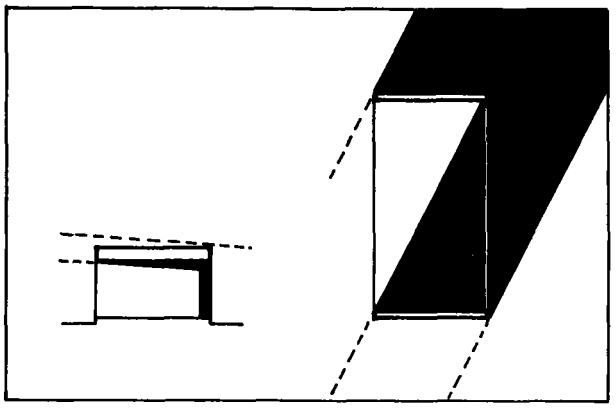
(2c)



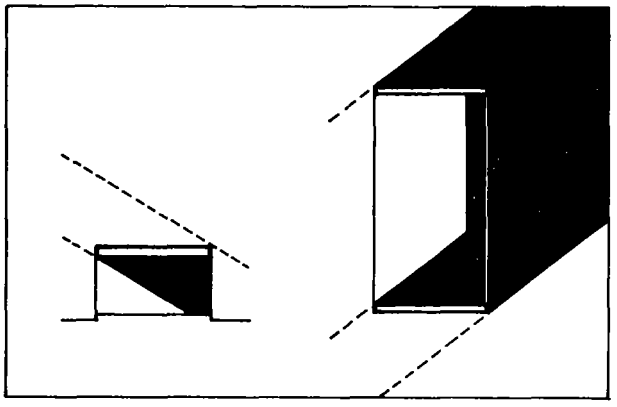
(2d)

II.2

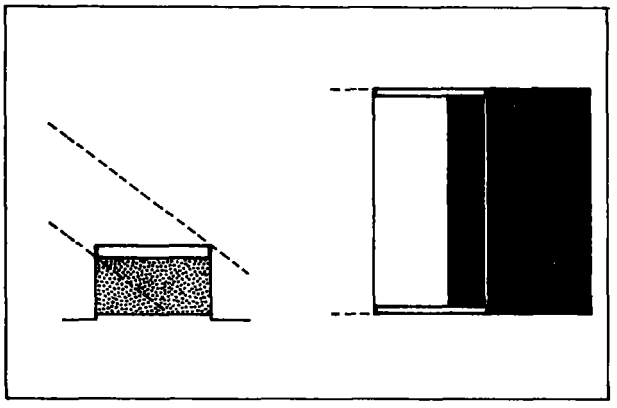
Les angles verticaux et horizontaux aux différentes heures sont reportés à la coupe et au plan du bâtiment (fig. 3a, b, c et d).



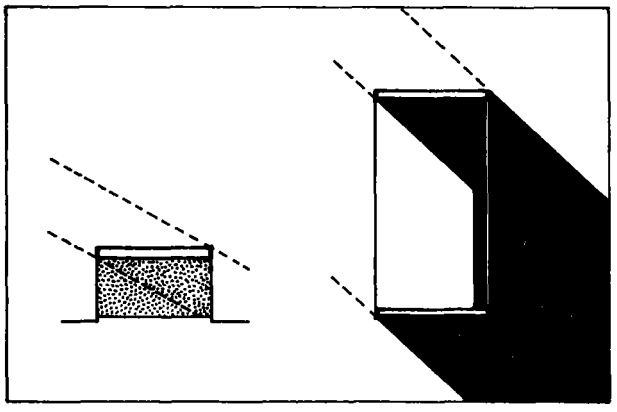
(3a)



(3b)



(3c)



(3d)

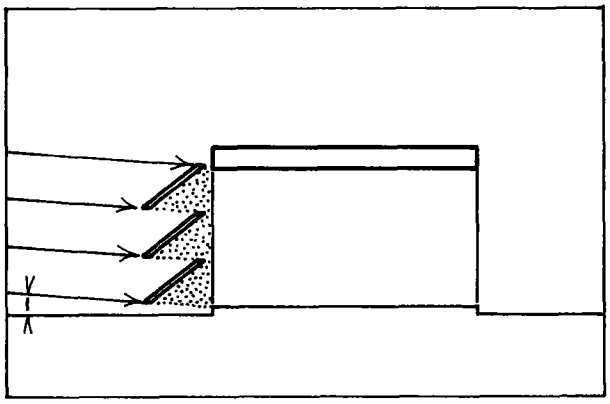
II.2

From the diagram the vertical and horizontal sun angles at 7^{00}, 9^{30}, 12^{00}, and 15^{00} are transferred to the respective section and plan of the building: Fig. (3a), (3b), (3c), and (3d).

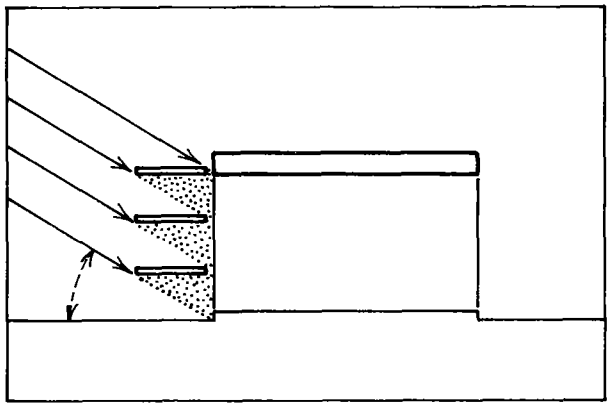
Les quatre angles verticaux déterminent quatre différentes dimensions de protections (fig. 4a, b, c, d), lorsque celles-ci sont toutes horizontales.

Dans ce cas, c'est la solution 4a qui serait choisie, puisqu'elle couvre la situation la plus critique.

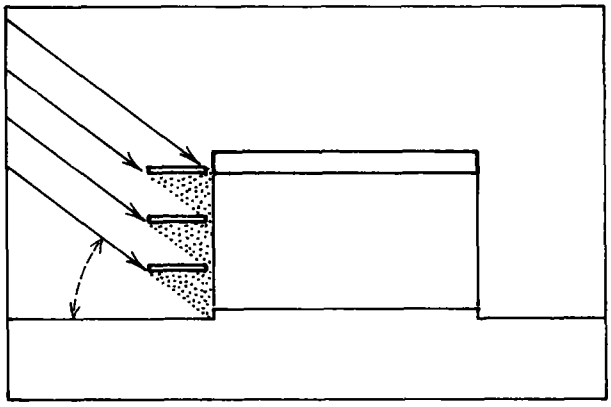
Cependant, elle n'est pas satisfaisante car elle élimine la vue vers l'extérieur du local.



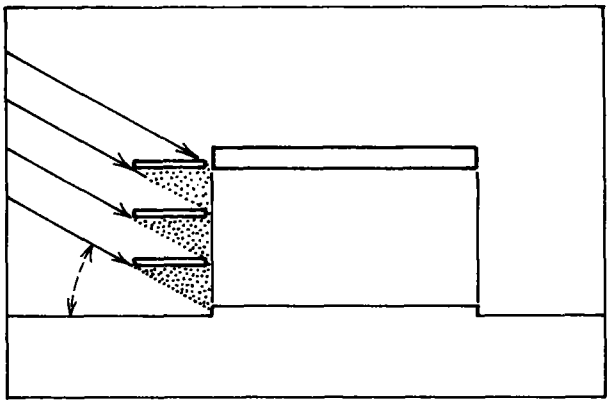
(4a)



(4b)



(4c)



(4d)

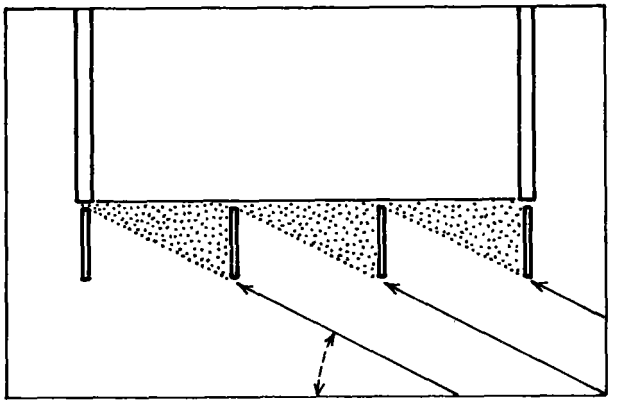
II.3

The four different vertical angles result in four different dimensions of a sun shading structure, Fig. (4a), (4b), (4c), and (4d), where all shading elements are horizontal. The result in this case would be the solution shown in Fig. (4a), because it is the only one (out of the four) which sufficiently shades the open façade from 7^{oo} until 15^{oo} o'clock.

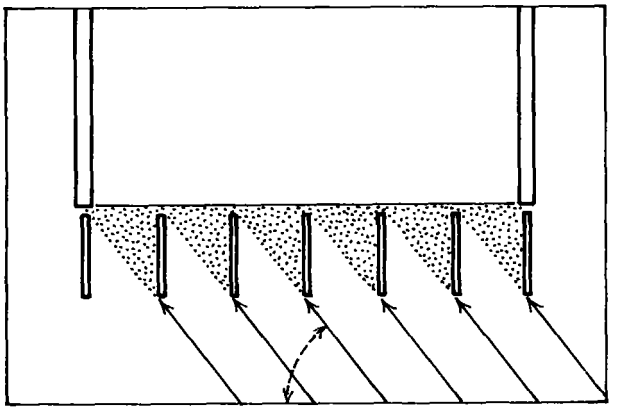
However, the solution, Fig. (4a), is not very ideal for the classroom because it eliminates the view.

II.4

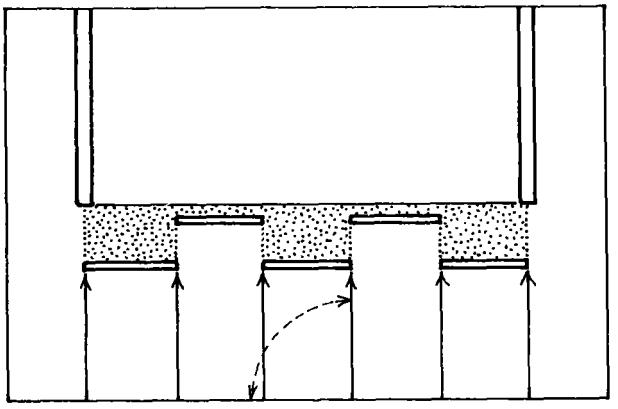
Si l'on part des différents angles horizontaux pour déterminer les éléments de protection verticale (fig. 5a, b, c, d), on constate qu'aucune des quatre solutions ne donne une protection suffisante pendant la période considérée.



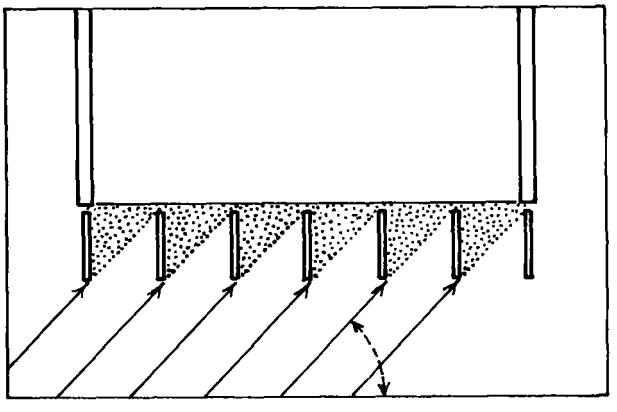
(5a)



(5b)



(5c)



(5d)

II.4

In order to find a more reasonable solution, we now try vertical sun shading elements dimensioned according to the horizontal angles at 7^{00}, 9^{30}, 12^{00}, and 15^{00} o'clock.

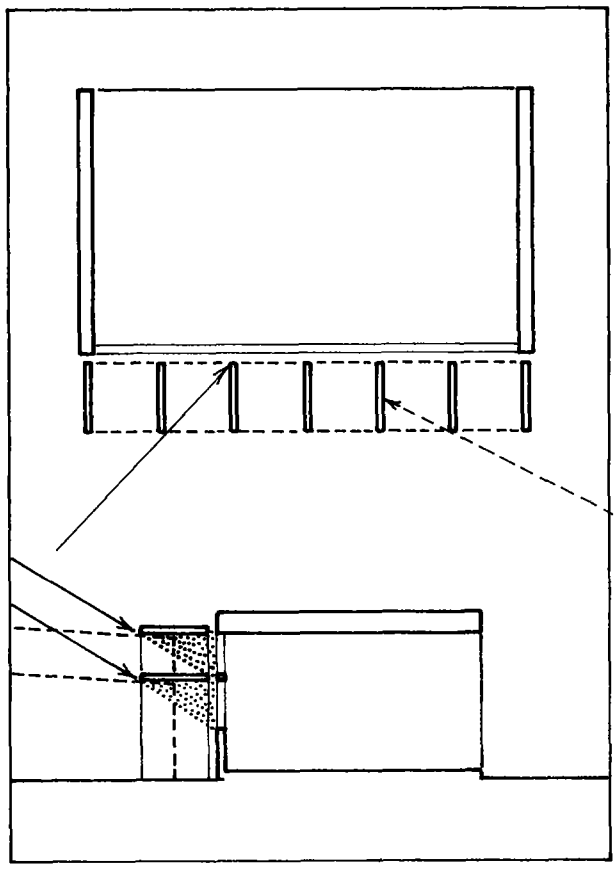
The results: (5a), (5b), (5c), and (5d) show us, that none of the four solutions alone is able to shade sufficiently the open façade during the period in question.

II.5

Il faut donc rechercher une solution combinée dans laquelle les éléments verticaux protègent du soleil matinal et de l'après-midi, alors que les éléments horizontaux éliminent la pénétration du soleil lorsque l'altitude de celui-ci est élevée (fig. 6a).

II.6

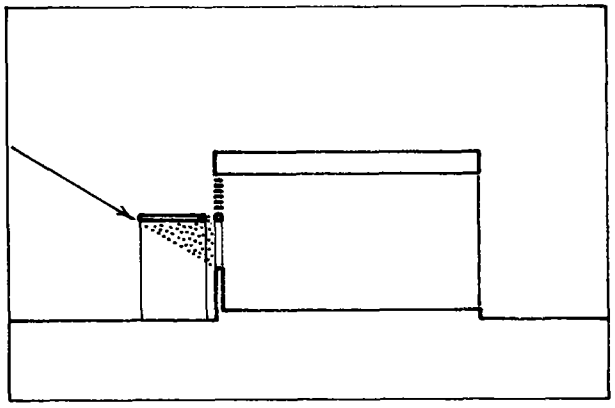
Selon la même géométrie on peut trouver des solutions similaires en variante (fig. 6b et c).



(6a)

II.5

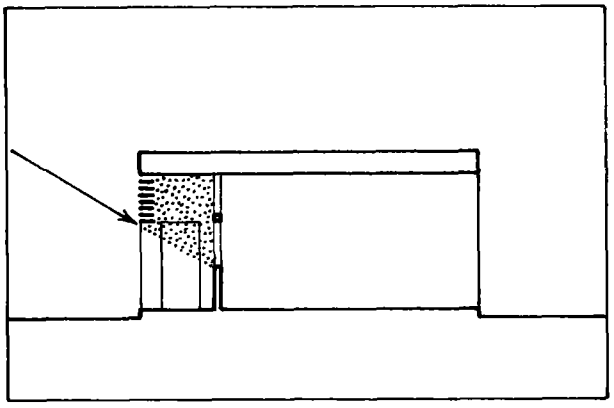
However, by combining horizontal and vertical shades, we reach a solution where the vertical shades eliminate sun penetration caused by the morning and the afternoon sun, whereas horizontal shades eliminate sun penetration caused by the sun at higher altitudes, Fig. (6a).



(6b)

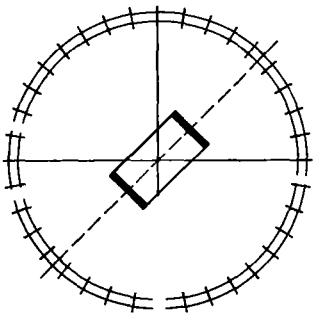
II.6

A couple of other solutions based on the same geometry are shown in Fig. (6b), and (6c).



(6c)

التظليل من



طريقة لتصميم وقياس وسائل التظليل من الشمس للابنية المدرسية
في منطقة الدول العربية

بيروت - تشرين الثاني (نوفمبر) ١٩٧٢

المركز الاقليمي
لتخطيط التربية وادارتها للبلاد العربية
بيروت - لبنان

تشرين الثاني (نوفمبر) ١٩٧٢

التظليل من الشمس

بقلم

بيار بوسا — يورغن سوندربرغ

مهندسان معماريان
خبيران في منظمة اليونسكو

ترجمة عن الانكليزية

انعام الصغير

طريقة لتصميم وقياس وسائل التظليل من الشمس للابنية المدرسية
في منطقة الدول العربية — بيروت - تشرين الثاني (نوفمبر) ١٩٧٢

تقديم

يسرّ المركز الاقليمي لتخطيط التربية وادارتها للبلاد العربية أن يقدم الى المسؤولين في وزارات التربية الوطنية في الدول العربية هذه الدراسة عن المباني المدرسية من وجهة "الحماية ضد الشمس"، التي أعدتها وحدة المباني المدرسية في المركز، باشراف المهندس المعماري بيار بوسا، المستشار الاقليمي للمباني المدرسية بالتعاون مع الخبير المشارك السيد م. ج. سندربرغ.

كثيرا ما قيل أن أولى ركائز التعليم هي المعلّم الصالح، حتى ولو أعطى درسه في الهواء الطلق أو تحت الخيام. وهذا صحيح الى حدّ ما. ولكن، أيا كانت المواد والعناصر المستخدمة في تشييد المبنى المدرسي بسيطة وبعيدة عن كل فخامة، فمن الاهمية بمكان أن يكون هذا المبنى متكيفا مع بيئته الطبيعية والجغرافية، هذا، وان الدراسة الحاضرة لا تركز اهتمامها على مواد البناء بقدر ما تعنى بالطريقة التي تشاد فيها المباني المدرسية، بحيث تكون على توافق تام مع الشروط المناخية والبيئة المحيطة.

وهكذا عندما توجّه المباني المدرسية بشكل يسمح بالافادة من الحرارة الشمسية أيا كانت قسوتها، فان الشمس تغدو عنصرا مؤاتيا، بعد أن كانت تعتبر من العناصر المعيقة. كما أن الهواء الذي نحمي أنفسنا منه باقفال الابواب والنوافذ، يمسي بدوره عنصرا بنّاء في تصميم وتنفيذ المباني المدرسية.

وأي تعريف للتخطيط أفضل من أن نقول ونؤكد أنه يقوم على التنبؤ، وتحليل العناصر المتاحة، والاستخدام الامثل لها؟

وهذا التعريف يصدق كذلك على المباني المدرسية وعلى تكييفها مع عوامل البيئة، التي من بينها "شروط الراحة الحرارية".

فكما أن شعار الشخص المتوازن هو "العقل السليم في الجسم السليم"، هكذا يمكن القول عن الصف بوصفه وحدة متكاملة العناصر: من المعلّم المؤهل، الى المناهج الملائمة، الى قاعة الصف التي تتوفر فيها شروط الراحة بفضل تصميمها بالنسبة الى الكل، وبفضل احجامها وحسن اتجاهها.

عسى ان تحمل هذه الدراسة بعض الفائدة الى مهندسي المباني المدرسية، وحتى الى المهندسين المعماريين على وجه العموم في المناطق المعنية. كما نتمنى أن تكون نقطة انطلاق لدراسات أخرى حول تكييف المباني بوجه عام مع البيئة المحيطة.

أحمد السالمي
مدير المركز

المحتويات

صفحة

المقدمة

القسم الاول : عناصر الحماية من الشمس

آ ـ ١ : مقدمة عامة ١
آ ـ ٢ : الاقليم ٣
آ ـ ٣ : اختيار الموقع ٥
آ ـ ٤ : وجهة الابنية المدرسية ٥
آ ـ ٥ : الضوء الطبيعي ٦
آ ـ ٦ : طبيعة الحرارة ٨
آ ـ ٧ : وسائل التظليل ١١

القسم الثاني : مقاييس الحماية من الشمس

بـ ١ : تفسير عام للرسوم البيانية الخاصة بزوايا ارتفاع الشمس ١٨
بـ ٢ : مثال عملي ٢٣
بـ ٣ : الملاحق
بـ ٤ : المراجع

*

القسم الاول ـ عناصر الحماية من الشمس

آ ـ ١ : مقدمة عامة

١ : ١ ان حدة نشاطات " التعليم والتعلّم " في الصف لا تقتصر على الاعتماد على العوامل الشخصية كالتشويق والاوضاع النفسية والذكاء والمحيط الاجتماعي والقدرة على الاتصال وما اليه وحسب ، بل وكذلك على عدد من العوامل البيئية وذلك بالنسبة الى المحيط المباشر في غرفة الصف وفي المدرسة ، ومن زاوية اوسع ، بالنسبة للمجتمع بكامله .

ان احد العوامل الهامة لجوّ " التعليم والتعلّم " هو الراحة من جهة الحرارة والطقس (الراحة الحرارية) .

١ : ٢ العوامل التي تؤثر على الراحة الحرارية في الغرفة هي ما يلي :

١ـ حرارة جوّ الغرفة
٢ـ حرارة عناصر البناء المحيطة به
٣ـ التهوئة
٤ـ رطوبة جوّ الغرفة
٥ـ عدد الاشخاص في الغرفة

ويعتمد جو الغرفة الداخلي ـ اذا ما وزع على العوامل المذكورة اعلاه ـ على ما يلي :

١ـ البيانات المتغيرة الخاصة بالظواهر والاحوال الجوّية لمنطقة ما
- انعكاسات الشمس
- حرارة الهواء
- الرياح
- الرطوبة

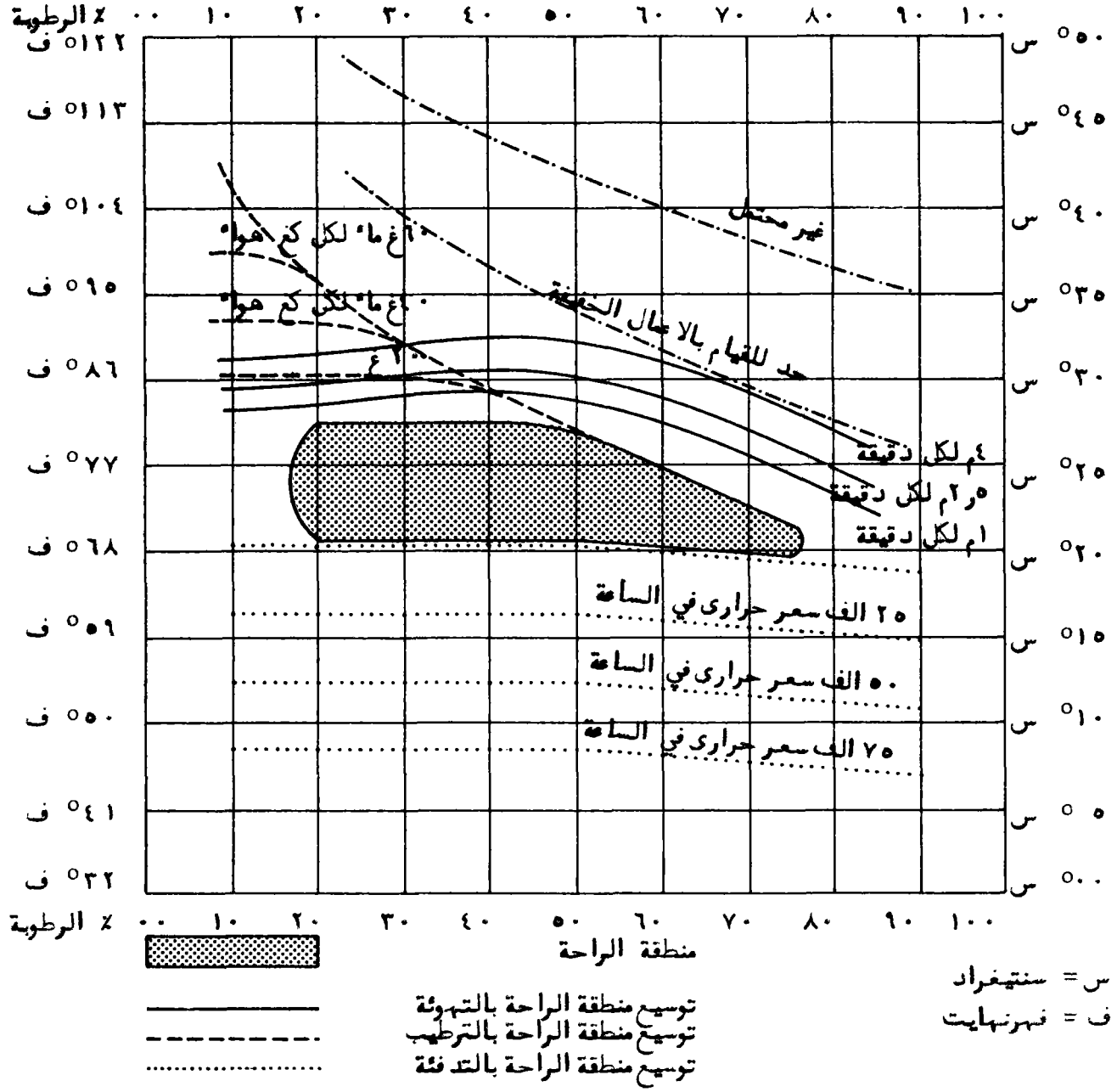
٢ـ استخدام المبنى
- حرارة الجسم وتلويثه للهواء
- حرارة الاجهزة
- الضوء الاصطناعي
- الاستخدام المحتمل لاجهزة التبريد او التدفئة

٣ـ مفهوم البناء وتصميمه
- اختيار الموقع
- توجيه المبنى
- ما يحيط بالمبنى
- التهوئة الطبيعية
- حجم وموقع النوافذ
- فعالية ادوات التظليل
- بناء المنزل ، سماكة عناصر المبنى باختيار مواد البناء
- عدد الطوابق

ويشعر اكثر الافراد بالراحة عندما تتراوح الحرارة ما بين ٢١ و ٢٧ درجة مئوية والرطوبة ما بين ٢٠ ٪ و ٥٠ ٪ وذلك بدون ان تكون هناك تهوئة انما مع وجود امكانية التخفيف من حرارة الجسم بالهواء النقي . واذا ما جاورت درجة الحرارة او الرطوبة هذه الدرجات يصبح من الضروري وجود التهوئة وذلك لتوسيع نطاق الراحة .

ومن الممكن ان نوسّع من منطقة الراحة في الاجواء الحارة والجافة القائمة في الصحارى العربية وذلك بزيادة الرطوبة في هواء الغرفة وجوّها . ويصبح ثمن الادوات البسيطة للتبريد صغيرا اذا ما قورن مع اسعار اجهزة تكييف الهواء .

٣ : ١ وتجدون في اللوحة " الكيمائية المناخية " العناصر التي تؤثر على الراحة الحرارية ، ممثلة بشكل بياني (فكتور اولغاي) .



آ ـ ٢ : الاقليم

٢ : ١ يتألف اقليم الدول العربية من الدول التالية :

١ـ المغرب
٢ـ الجزائر
٣ـ تونس
٤ـ ليبيا
٥ـ مصر
٦ـ السودان
٧ـ لبنان
٨ـ سوريا
٩ـ الاردن
١٠ـ العراق
١١ـ العربية السعودية
١٢ـ الكويت
١٣ـ البحرين
١٤ـ قطر
١٥ـ عمان المحايدة
آ) ابو ظبي
ب) دبي
جـ) الشارقة
د) عجمان
هـ) ام القيوان
و) رأس الخيمة
ز) الفجيرة
١٦ـ عمان
١٧ـ اليمن ـ عدن
١٨ـ اليمن ـ صنعاء

ويشمل الاقليم خطوط العرض ما بين ٤ درجات شمالا و ٣٨ درجة شمالا وخطوط الطول ما بين ١٣ درجة غربا و ٦٠ شرقا ٠

٢ : ٢ المميزات الرئيسية للمناخ في الاقليم والمنطقة :

يمكن بشكل اجمالي تقسيم المميزات الرئيسية الخاصة بالمناخ وبالنبات التي لها اهمية بالنسبة الى تخطيط الابنية المدرسية الى ثلاث فئات في الاقليم العربي :

١ـ الصحراء ٠
٢ـ البطاح والسهول الاستوائية القاحلة والرطبة في جنوب السودان ٠
٣ـ منطقة مناخ البلاد المجاورة للبحر الابيض المتوسط ٠

ان ما يقارب اربعة اخماس مساحة المنطقة العربية قاحلة او هي في منتهى القحولة الصحراوية او انها شبه بطاح استوائية صحراوية ٠ ولا يمكننا ان نعتمد التعميم بالنسبة لمناخ هذه المنطقة الشاسعة فنذكر لها مناخا واحدا ٠ فالفوارق المناخية او حتى التباين الناتج عن التغاير في ارتفاع المستوى فوق سطح البحر ، ووجود المياه الجوفية ونظامي الانهر الدائمة طوال السنة : نظام دجلة والفرات ونظام نهر النيل ، هي التي تحدد بالفعل عما اذا كان من الممكن السكن في الصحراء او لا ٠ وفي الوقت الذي نجد فيه في الصحراء ان الارتفاع فوق سطح البحر يسبب ظواهر مناخية متباينة عامة تتعلق بالحرارة وبالهواء وبهطول المطر ـ كما هو الحال في اليمن ـ فان المناخات الفرعية للواحات ولنظامي النهرين

يسببها التفاعل في التظليل ، والى حدّ كبير وجود النباتات والترطيب الطبيعي للهواء الجاف وذلك عن طريق التبخّر الناتج عن نظم الرى والخضار والتربة ، واخيرا انما لا آخرا ، تسببها كذلك التهوئة التي تنشأ عن الرياح الصحراوية التي تهب باستمرار ٠

وتمتد الصحارى حتى البحر وذلك في جنوبي المغرب وفي ليبيا ومصر والسودان وكذلك شبه الجزيرة العربية ويتغير بشكل او بآخر الجو الصحراوى في هذه المناطق البحرية في الغالب بواسطة النسائم البرية والبحرية ، مما يؤدى بالتالي الى الترطيب الطبيعي للهواء الجاف ٠

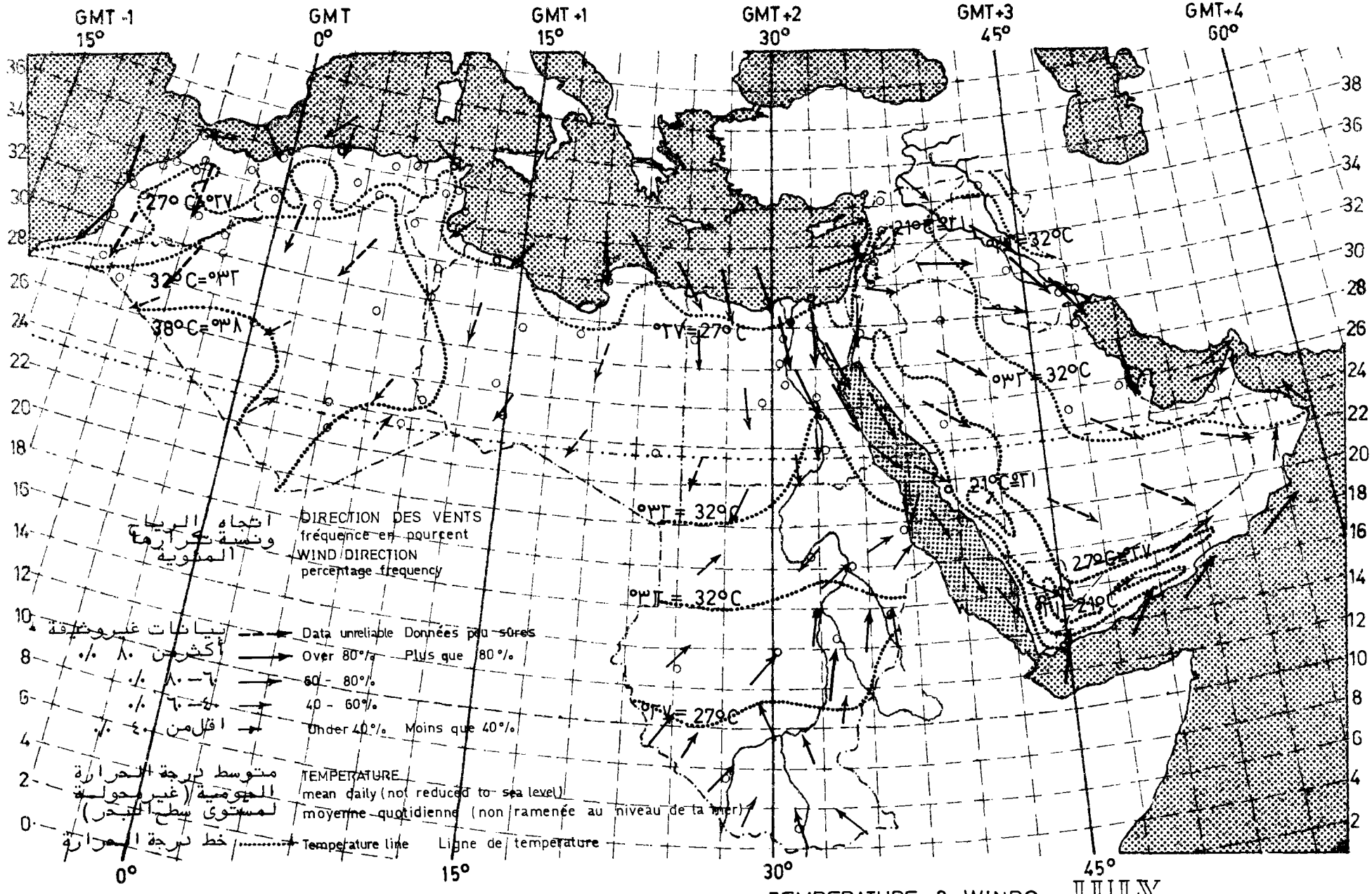
ومع انه من المعروف عامة ان الصحارى تعتبر مناطق حارة ، ينبغي الا ننسى ان طقسا باردا جدا ودرجات حرارة متدنية تحصل عند منتصف الليل خلال فصل الشتاء ٠ وهكذا فان الثلج يحدث في كل مكان تقريبا يقع شمالي خط العرض ٣٠ درجة حتى على مستوى سطح البحر ، ويزداد معدل حدوثه على الارتفاع ومع خطوط العرض ٠ ففي جنوبي السودان درجة مرتفعة من تكثف البخار الذى يهطل بشكل امطار خلال شهر تموز وآب وايلول (يوليو ، اغسطس، سبتمبر) ويكاد لا يهطل مطلقا خلال تشرين الثاني الى شباط (نوفمبر ــ فبراير) وبما ان الرطوبة النسبية السنوية مرتفعة نوعا وتكون في اعلاها عندما تصل الحرارة الى اعلى درجاتها ، فان العوامل المناخية التي تؤثر على التخطيط هي التي تتصف بها المناطق الاستوائية الرطبة والحارة * ٠

وتتباين الشواطئ دون الاستوائية في المنطقة العربية باتجاه البحر الابيض المتوسط تباينا كبيرا جدا بالنسبة للمناخ وعليه لا تعتبر ان لها طقسا متساويا ٠ وكما سبق وذكرنا فان الصحراء تمتد في شمالي افريقيا وفي ليبيا ومصر حتى البحر ، بينما يوصف الطقس في لبنان والمغرب والجزائر على انه يتراوح بين الرطب والرطب جدا كما ان الحياة النباتية فيها غنية جدا ٠ ويمكن تسجيل كافة درجات التباين بين هذه الاطراف الحدية ٠ ويمكن من جهة اخرى ومن اجل الدفاع عن المنطق القائل بوجود منطقة مناخية متوسطية واحدة ، نذكر ان مناخات الشواطئ ــ التي تكون في بعض الامكنة مقتصرة على مساحة طويلة ضيّقة وفي امكنة اخرى تشمل اراضي شاسعة تدخل في اعماق البرّ ــ تتأثر بالبحر المتوسط وعليه يمكن تصنيفها كمنطقة بحرية ٠ ويعتبر هواء الشاطئ الرطب هواءا غير صحي والطقس غير مريح ، انما للمنطقة البحرية كالصحراء مناخاتها الخاصة وهي التي نجدها في الغالب بعيدة قليلا عن الشاطئ حيث يمتص هواء البر الداخلي الجاف القائم على الجزر وعلى جانب شبه الجزيرة المحجوب عن الريح رطوبة نسيم البحر ٠

واننا نضمّن هذه الدراسة خرائط مناخية نظهر فيها الرطوبة والرياح والحرارة في المنطقة ٠ وينبغي ان ينظر اليها على انها تعطي معلومات عامة فقط ٠ ويجب في كل حالة معينة ان تجمع البيانات المناخية المحلية من المصادر الاكثر تفصيلا والمعتمدة رسميا ، وان لم تكن مثال هذه المصادر متوفرة ، تجمع المعلومات حينئذ عن طريق المسوحات والابحاث

---

* راجع : R.H. REED: Design for Natural Ventilation in Hot Humid Weather



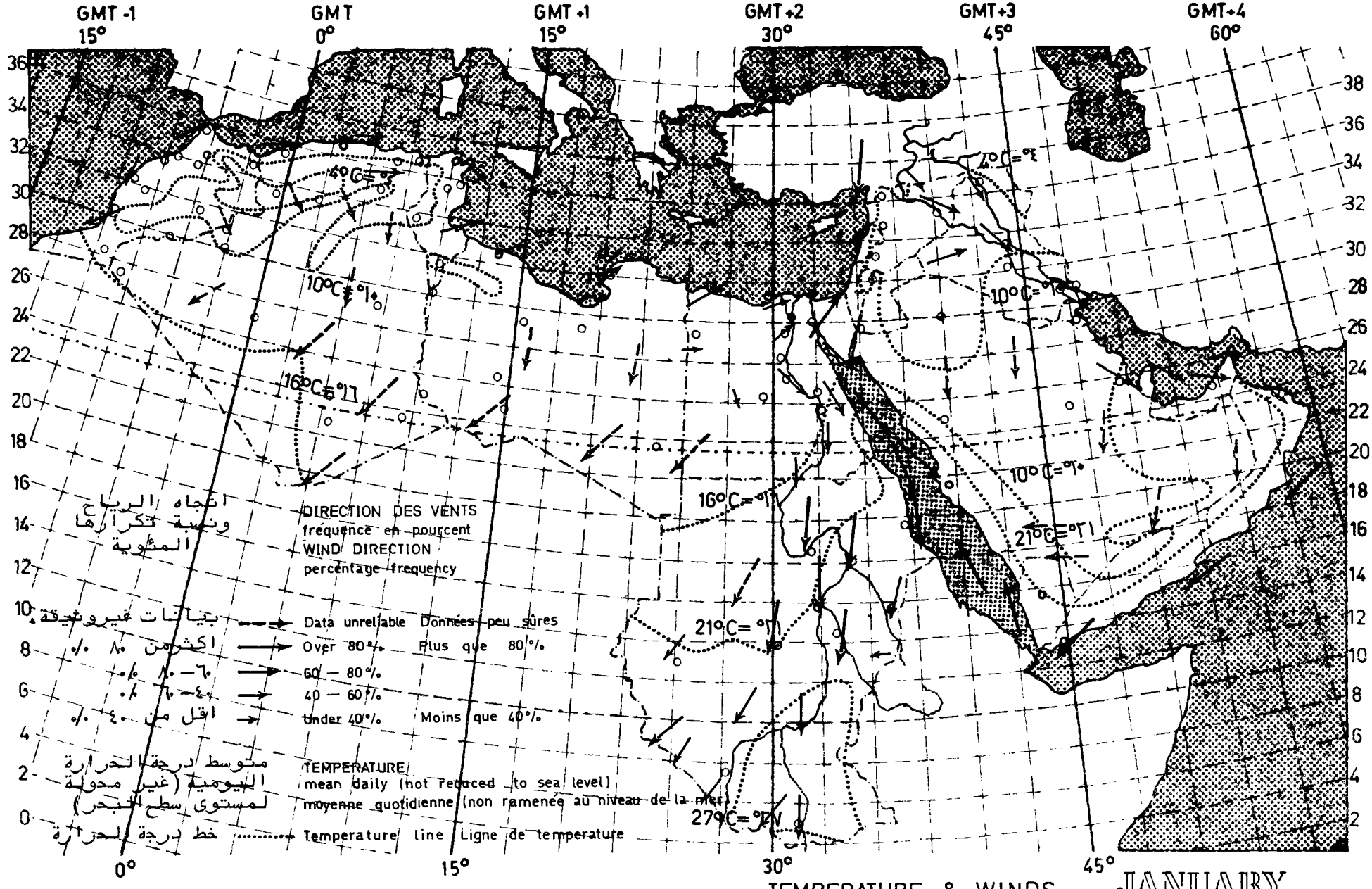
درجة الحرارة والرياح في تموز (يوليو)

TEMPERATURE & WINDS JULY

TEMPERATURE & VENTS JUILLET

المصدر : أطلس اكسفورد الاقليمي

source : Oxford Regional Economic Atlas.



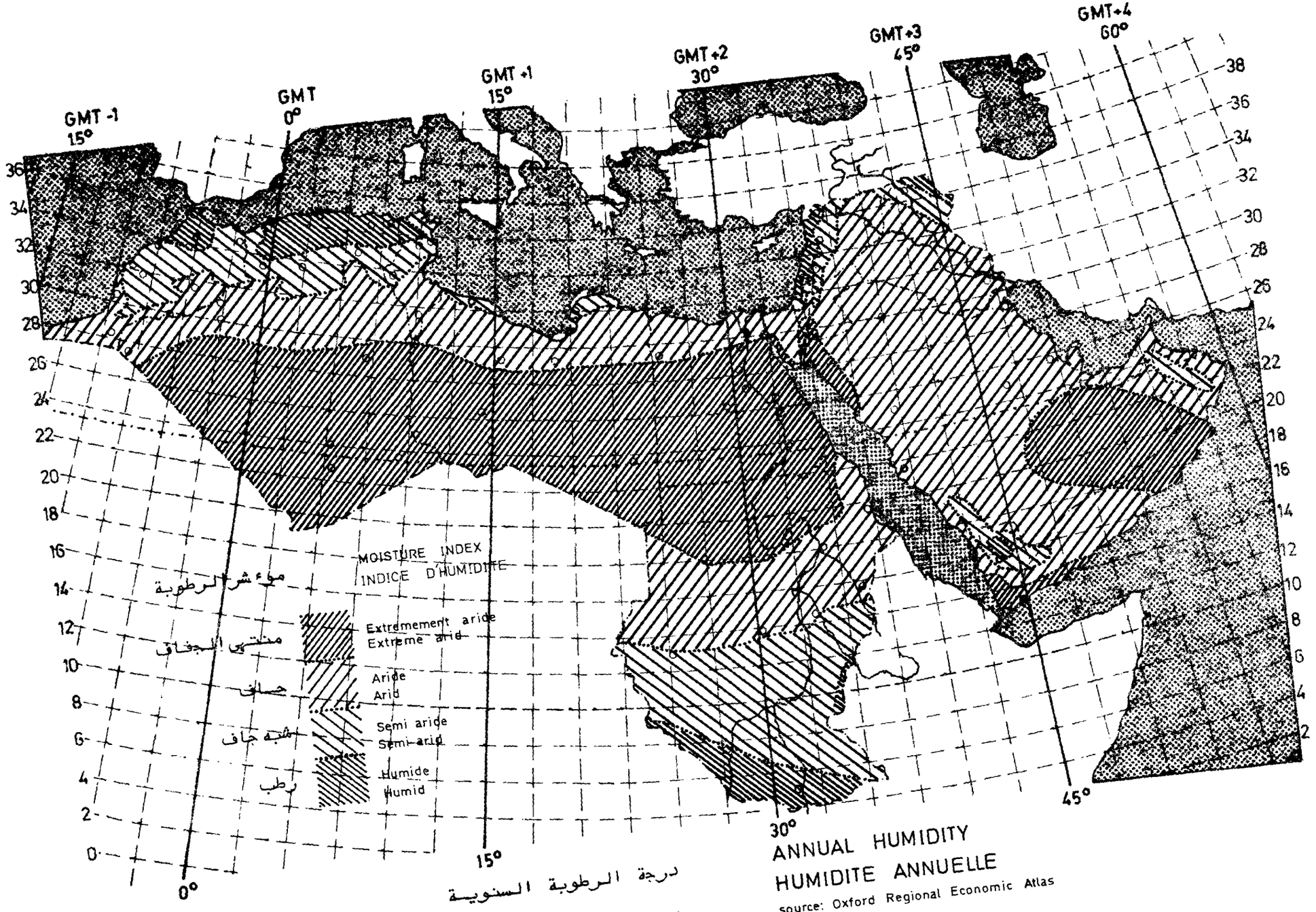
درجة الحرارة والرياح في كانون الثاني (يناير)

TEMPERATURE & WINDS JANUARY

TEMPERATURE & VENTS JANVIER

المصدر : اطلس اكسفورد الاقتصادى

source: Oxford Regional Economic Atlas.



درجة الرطوبة السنوية

المصدر : اطلس اكسفورد الاقتصادى الاقليمي

المحلية . والطريقة التي نوصي بادخالها في عداد مثل هذه الدراسات المسحية هي تحليل الابنية القديمة القائمة في ذلك المكان .

آ ـ ٣ : اختيار الموقع :

٣ : ١ كانت توجّه المدن الرومانية واليونانية القديمة وكذلك المدن الاسلامية العريقة بشكل يسمح لها بان تستفيد الى اقصى حدّ من الرياح وغيرها من العوامل المناخية التي يمكنها ان تزيد راحة السكان .

وغالبا ما يهمل التخطيط الحديث للمدن مثل هذه الجوانب "غير المنطقية" مركزا الاهتمام على العوامل "المنطقية" فقط كحركة السير والصناعة واسعار الاراضي الخ ...

٣ : ٢ وينبغي ان يكون اختيار الموقع الجديد للمدرسة في كل حالة نتيجة للتنسيق المتكامل بين كافة الجوانب "المنطقية" و "غير المنطقية" . ولا بد عند انتقاء الموقع التقريبي ان يأخذ بالاعتبار متطلبات الخريطة المدرسية ، انما بعد ان يكون الاقليم الصحيح قد تعين، واذا ما كان هناك اكثر من موقع واحد متوفرا لا بد للعوامل كالريح والظلّ الذي تسببه الاشجار القائمة ، والرطوبة والضجيج ، الذي يأتي من الجوار او من حركة السير ، وكذلك امكانية الاستفادة من المنظر الجميل ان تؤثر على الاختيار النهائي للموقع .

آ ـ ٤ : وجهة الابنية المدرسية :

٤ : ١ لا بد ان يؤخذ بالاعتبار عدد من الجوانب المختلفة في الموقع المختار وذلك لدى تعيين افضل وجهة لغرف الصفوف :

١ ـ الضوء الطبيعي .
٢ ـ التظليل من الشمس (اقل حدّ ممكن من الشمس التي تضرب فتحات واجهة البناء).
٣ ـ التهوئة الطبيعية (اتجاهات الرياح السائدة).
٤ ـ الاوضاع الجيوفيزيائية السائدة (الموقع المسطح او المنحدر).
٥ ـ المنظر .
٦ ـ العلاقة المدنية (وجهات الابنية المجاورة بالنسبة لبعضها البعض والبنية التحتية كالطرق وغيرها).

٤ : ٢ لقد اهملت الدراسات السابقة حول التظليل من الشمس الوجهات الشرقية ـ الغربية المباشرة وكذلك الاتجاهات الغربية ـ الشمالية ـ الغربية ، والغربية ـ الجنوبية ـ الغربية ، والشرقية ـ الشمالية ـ الشرقية ، والشرقية ـ الجنوبية ـ الشرقية ، بالنسبة للواجهات المفتوحة في الابنية المدرسية . الا ان هذه الدراسات كانت ترتبط بشكل رئيسي بالمناطق الجغرافية الاقرب الى المنطقة الاستوائية حيث الارتفاعات الشمسية تكون لصالح الحلّ الاقتصادي الذي يؤدي الى تظليل الواجهات الشمالية والجنوبية من الشمس . اما في منطقة الدول العربية ، وخاصة في الاجزاء الشمالية منها فتكون

الارتفاعات الشمسية وقت الشتاء منخفضة جدا لدرجة ان حماية الواجهة الجنوبية من الشمس حماية كافية تكلّف بقدر ما تكلفه حماية الواجهات الشرقية او الغربية تقريبا • هذا بالاضافة الى ان اتجاه الرياح السائدة في المنطقة العربية اتجاه من الشرق الى الغرب بينما تتجه في المنطقة الاستوائية من الشمال الى الجنوب •

ونقطة ثالثة لا بد من ذكرها هنا وخاصة بالنسبة الى التوجيهات الشرقية ، وهي ان دخول الشمس جزئيا خلال ساعات الصباح الباردة اثناء الشتاء من اجل اكتساب الحرارة يمكنه ان يضع حدا كبيرا لنفقات التدفئة •

ونظرا لهذه العوامل وللاستنتاج القائل ان الجوانب الاخرى التي ذكرت اعلاه تشكل اسبابا لها صلة بالتوجّه الصحيح ، لذا فقد ادخلت في عداد هذه الدراسة التوجهات الشرقيـة والغربية للواجهات وفتحاتها •

٥ـآ : الضوء الطبيـعـي :

٥ : ١ من الممكن اذا ما اقيم شكل من اشكال التظليل من الشمس امام واجهة مفتوحة ، او كجزء من البناء نفسه ، ان يغير من مستوى الضوء وكذلك من توزيع النور داخل الغرفة التي تقع وراء التظليل •

والضوء المثالي لغرفة الصف هو الذي يتحقق بما يلي : *

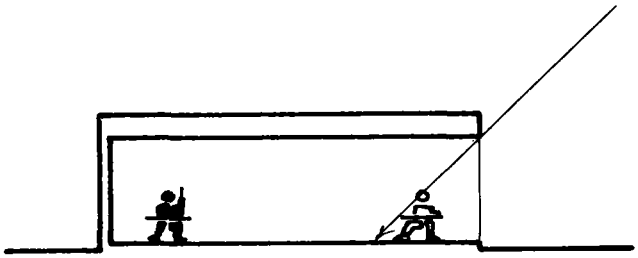
١ـ الحدّ الادنى من عامل الضوء ، "ض" ادنى •

٢ـ الحدّ الاقصى من عامل التباين، $\frac{\text{"ض" اعلى}}{\text{"ض" ادنى}} \leqslant \frac{١}{٣}$

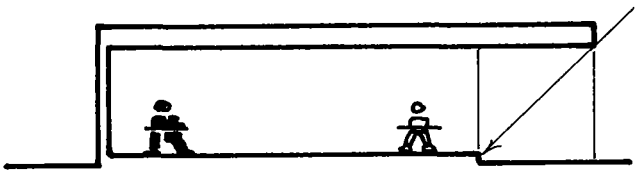
ويعتمد هذان العاملان على الابعاد الاجمالية لغرفة الصف وكذلك على عدد من عوامل التصميم كابعاد النوافذ مثلا ووضعها ، ومعاملات انعكاس الضوء الخاصة بالسقف والجدران، وانشاءات التظليل من الشمس الخ ••• وبما ان الموضوع معقد اذا ما اخذ من جوانبـه جميعا لدرجة انه يملأ كتابا حوله ، فان ادخاله هنا ينحصر في توضيحات اساسية حول تأثير اكثر الانشاءات التي تظلّل من الشمس على الضوء الطبيعي •

---

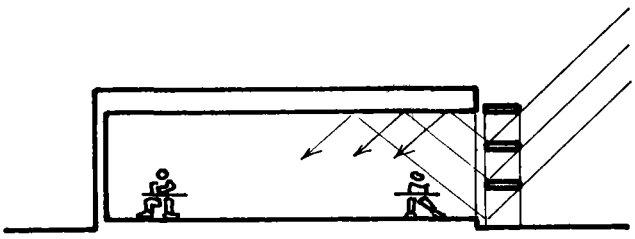
* راجع : Bibliography: Principles of Modern Building, Vol. I



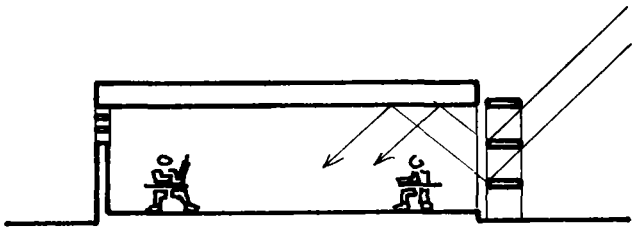
الشكل (١) : في غرفة عميقة نحو الداخل بدون تظليل من الشمس، يكون عامل انعكاس الضوء — "ض" ادنى / "ض" اعلى — بين الجزء المعرض لاشعة الشمس والجزء المظلّل غير محتمل ٠



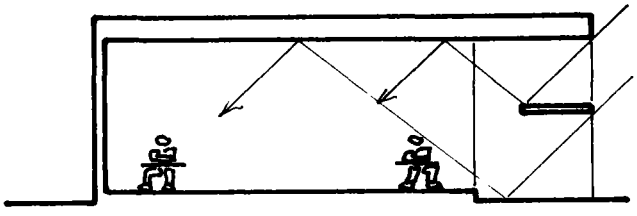
الشكل (٢) : اذا كان الظل ناتجا عن شرفة مقفولة يكون عامل التباين ضعيفا ٠ انما نتيجة لعمق الغرفة يصبح المكان الابعد فيها غير مضاء اضاءة كافية ٠



الشكل (٣) : اذا استخدمت المظلات الافقية ، يمكنها عن طريق التفاعل مع السقف ذى اللون الفاتح ان تعكس ضوءا كافيا الى الداخل وان تخفّض في الوقت نفسه من عامل الضوء الى درجة كافية عند النافذة ٠



الشكل (٤) : يبين هذا الشكل احدى الامكانيّات العديدة لتخفيف عامل الانعكاس في غرفة صف كثيرة العمق ٠



الشكل (٥) : اذا سمحت الابعاد النسبية لغرفة الصف بذلك تعتبر السطيحة المقفولة حلّا ممتازا لمشكلات الاضاءة الطبيعية والتظليل من الشمس ٠

٦ـآ طبيعة الحرارة · بحث القواعد الاساسية للتحكم بالحرارة ·

٦ : ١ الاشعاع الشمسي :

ان ما يقارب ثلث طاقة الاشعاع الشمسي فقط الذى يصل الى جوّ الارض الخارجي يخترق هذا الجوّ متجها نحو سطح الارض · اما الثلثان الباقيان ، فاما ان يعاد انعكاسهما نحو الفضاء العام او ان يمتصهما الفضاء الخارجي · ومن الطاقة التي تصل الى سطح الارض، يذهب ثلثها تقريبا فتمتصه الارض كحرارة ، او تمتصه مثلا الانشاءات التي يقيمها الانسان على سطح الارض والباقي يذهب عن طريق عمليات مختلفة كعملية انفاذ الحرارة وتبخرها واشعاعها الذى يتجه نحو طبقات الجو القريبة ·

وتحويل الطاقة الاشعاعية الشمسية الى عملية تدفئة للارض وجوّها هو السبب في ظواهر الطقس كلها (ما عدا تلك التي تسبّبها الهزّات الارضيّة والجاذبية بين النجوم ، او الظواهر في الايام الحالية التي تتسبب بها القنابل الذرية والسدود المتناهية الحجم) ·

٦ : ٢ فيزياء الحرارة في الابنية :

الظواهر الفيزيائية التي ترتبط بتبادل الحرارة في الابنية هي :

١ـ امتصاص الحرارة وخزنها من قبل المواد التي تستخدم في البناء وهي الحرارة التي تتأتى من الاشعاع الشمسي او من حرارة الهواء ·

٢ـ انبعاث الحرارة من مواد البناء الى ما يحيط بها وكذلك نحو داخل المبنى ·

٣ـ تبادل الحرارة المتأتية عن التفاعل الحيوى في اجسام الناس وذلك داخل المبنى ·

٤ـ حرارة الهواء ورطوبته ·

٥ـ سرعة الريح ·

فهذه هي العوامل التي ينبغي ان تنظم وتضبط او تستخدم من اجل الوصول الى جوّ مريح داخل المبنى ·

ويعتمد امتصاص الحرارة داخل مواد البناء على ما يلي :

١ـ قوة الاشعاع الشمسي · ويتمّ التنظيم او الضبط بواسطة الانشاءات التظليلية ·

٢ـ عامل انعكاس الاشعة على المساحات الخارجية للبناء · ويتم التنظيم عن طريق اختيار المواد اختيارا صحيحا او عن طريق معالجة خاصة للسطح كطرشه مثلا بالطلاء الجيرى او الكلسي ·

٦ : ٣ جدول بعوامل الانعكاس :

الارض	٦ ٪
الخرسانة	٦ ٪
الرمل الابيض	٩ ٪
الطوب الاحمر	٣٠ ٪
الايترنيت الابيض	٦٠ ٪
الطلاء الجيرى او الكلسي	٨٠ ٪
الواح الالومنيوم	٨٠ ٪

ويوصي من وجهة نظر المحافظة على الحرارة باعتماد العامل الانعكاسي الاعلى • غير انه ينبغي الا يهمل مثلا موضوع الوهج الذى يحصل بالنسبة للمساحات ذات الانعكاس العالي الدرجة كالطلاء الجيرى مثلا •

٦ : ٤ خزن وانبعاث الحرارة :

الطاقة الشمسية التي لا تعكسها سطوح المواد المستخدمة في البناء يتمّ امتصاصها كحرارة مخزونة • تخترق المواد من الخارج نحو الداخل بسرعة تتناسب ودرجة التوصيل الحرارى لدى المادة ، ومن السطح الداخلي هذا تنبعث نحو الهواء ومن ثم نحو السطوح الاخرى في الغرفة •

ان عوامل التوصيل التي تتميّز بها مواد البناء في هذا الصدد هي كما يلي :

X : التوصيل الحرارى
Y : الحرارة النوعية
Z : الكثافة

لذا فان ضرب هذه الحدود ببعضها (X × Y × Z) يساوى القدرة على تخزين الحرارة •

وينبغي ان تشاد الابنية المدرسية التي يقتصر استخدامها على النهار فقط بمواد ثقيلة وكثيفة لها قدرة عالية لتخزين الحرارة بحيث تكاد الحرارة التي تختزن خلال النهار تخترق المواد قبل انتهاء اليوم المدرسي ، كما ان البرودة التي تختزن خلال الليل في الجدران والسقوف تخفض من حرارة الغرفة خلال النهار •

٦ : ٥ جدول القدرة على تخزين الحرارة (سماكة الجدار : قدم واحد لكل ٣٠ سنتيمتر) •

الحديد ، الفولاذ	١٨٠
الالومنيوم	١٢٠
الخرسانة	١١٠
الحجر	٩٥
الزجاج	٩٠
الطوب	٨٠
قوالب الاسمنت الفارغة	٧٠
الطوب المنحزب (المجوّف)	٦٠

٦ : ٦ الا ان الاعتبارات الاقتصادية في اكثر الاحوال تحدّ من سماكة البناء لدرجة تكون فيها القدرة على تخزين الحرارة مشبعة باكرا مما يسبّب تسرب الحرارة الى غرفة الصف قبل انتهاء اليوم المدرسي •

ويمكن الى حدّ ما فقط الاستعاضة عن هذا التسرّب في الحرارة بواسطة التهوئة الفعّالة لان الجزء الشعاعي منها سيمسّ الارض ويحميها وكذلك الاثاث والاشخاص في الغرفة •

ويزيد استخدام السماكة الاقتصادية للبناء (ذات القدرة المنخفضة على تخزين الحرارة) من اهمية انشاءات التظليل ، ليس بالنسبة لفتحات واجهة البناء وحسب بل وكذلك للسطوح والجملون والجدران المتاخمة ٠

ومن الممكن منع الحرارة من اجتياز الجدران وذلك باستخدام المواد العازلة وهذا اجراء يمكن اعتماده في المنطقة العربية في المستقبل وسوف يكون الحل العام لمثل هذه المشكلة بدون شك ٠

٦ : ٧ التهـوئـــة *

الفرق البسيط بين الحرارة في الداخل وتلك القائمة في الخارج وان كان قليلا وكذلك مقدار صغير من الهواء الذي يتحرك ، يسبب الشعور بالراحة مما يعتمد بدوره وخاصة في طقس رطب وحار ، على مقدار حركة الهواء ٠

وتكون حركة الهواء داخل البناء نتيجة لما يلي :

١ــ سرعة الريح في الخارج مما يسبب ضغوطا وفراغات حول البناء ٠
٢ــ الفرق في الحرارة بين واجهات البناء المظلّلة والعازلة ٠
٣ــ التأثير الحراري الناتج عن الحرارة التي يسببها الجسم ٠

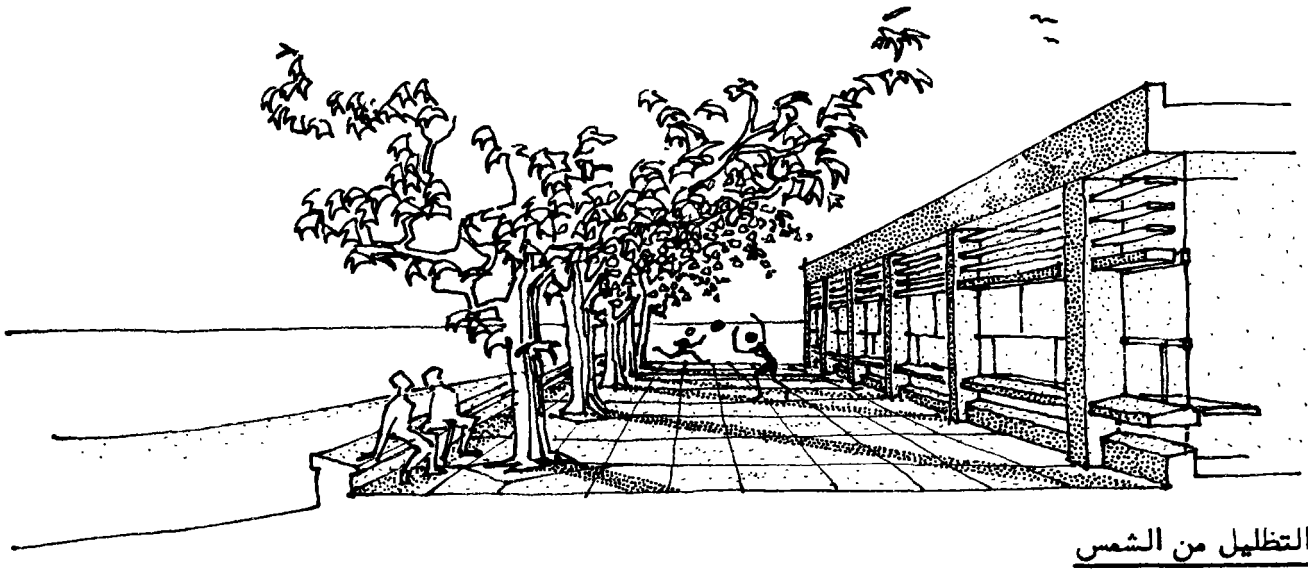
وبما ان تأثير العوامل المذكورة تحت رقم (٢) و (٣) هي صغيرة (ما عدا في الاماكن التي لا يوجد فيها ريح) اذا ما قورنت مع رقم (١) ، لذلك ينبغي ان يكون التشديد اكثر على التوجيه الصحيح للابنية وكذلك على وضع وقياس الفتحات التي تستخدم للتهوئة ٠

وكقاعدة عامة ، فان الواجهات المتجهة عموديا نحو اتجاه الريح توفر اقصى حد مـــن التهوئة ٠ الا انه اذا كانت اهمية العوامل الاخرى (انظر الفقرة ٤ : ١) تؤدي الى توجيه لا يخلق بنفسه التهوئة ، لذا يمكن تحقيق ذلك عن طريق غرس الاشجار او وضع حواجز للرياح او باضافة انشاءات تحتجز الريح تضاف الى السطوح او الى الواجهات٠ وينبغي ان يولي الاهتمام الى امكانية الدمج بين عملية التظليل وعملية حجز الرياح فـــي الانشاءات نفسها وكذلك الى الخطر من افساد شرط التهوئة القيمة بواسطة اتباع مفهوم خاطىء للانشاءات المخصصة للتظليل من الشمس** ٠

اما بالنسبة لوضع وقياس فتحات التهوئة ، فينبغي ان تكون المداخل والمخارج او المنافذ ذات حجم متفاوت ٠ كما ينبغي ان توضع المداخل منخفضة بينما تكون المنافذ مرتفعة ، كما يجب ان تكون المنافذ اكبر من المداخل كي تزيد من سرعة تدفق الهواء ٠

*** المراجع :

Bibliography: * R.H. REED - Design for Natural Ventilation in Hot Humid Climate.
** Victor OLGAY- Design with Climate pp. 110 & 111.

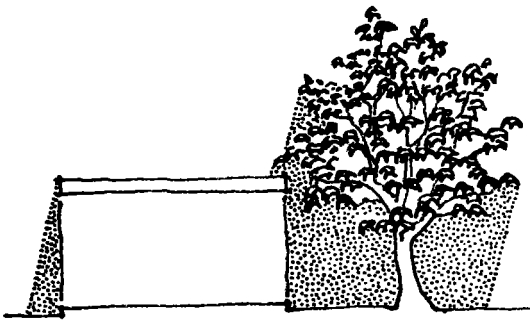


٧ـآ وسائل التظليل من الشمس

٧ : ١ التظليل بالوسائل الطبيعية :

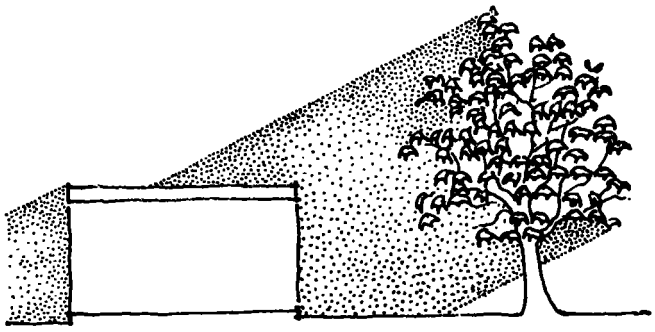
تخلق الطبيعة نفسها في الغالب جوّا مريحا وجميلا • فمن الممكن لهضبتين اثنتين ان تغيّرا سرعة الريح او اتجاهه ، كما يمكن لجبل ما ان يعرض بعض التظليل خلال الساعات الاولى من الصباح او الساعات الاخيرة من بعد الظهر •

ويتوقف تأثير الظل الذى تعكسه شجرة ما على البناء على شكل وحجم قمة او تاج تلك الشجرة وكذلك على بعدها عن المبنى •ومن الممكن الى حدّ ما التحكّم بهذا الظل الذى تعكسه الشجرة القائمة وذلك على اساس مدى التحكّم بنموها لدى تقليمها وكذلك التحكّم بالظل الـــذى ستعكسه في المستقبل الشجرة التي تزرع • وكل هذا يتوقف على استخدام الرسم البياني الشمسي •



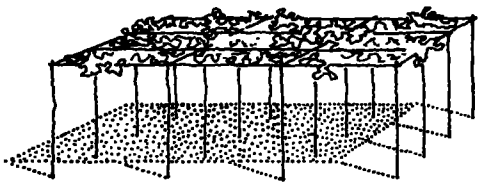
شكل (١)

ويبيّن الشكل الاول كيفية حماية واجهة جنوبية من الشمس العالية وذلك بواسطة شجرة قريبة، بينما يبيّن الشكل الثاني انه اذا زدنا من المسافة بين الشجرة والمبنى ، يكون وضـــع الشجرة افضل كي تحمى واجهة شرقية او واجهة غربية من تدفق حرارة الشمس •

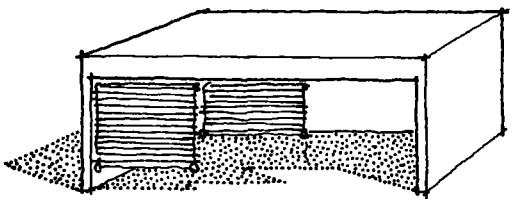


شكل (٢)

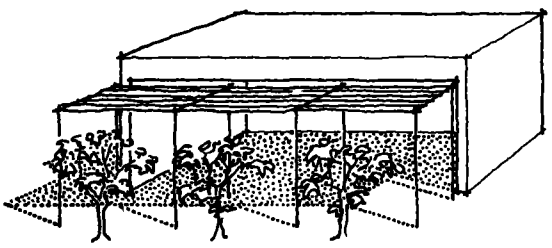
٢ : ٧ الظلّ الذى توفره الاشجار المتعرّشة او الحصر العادية او الحشيش او الخيزران :
تبيّن الرسوم التي نراها على هذه الصفحة عددا من الوسائل المتفاوتة في طابعها المؤقت او الموسمي الفصلي ٠



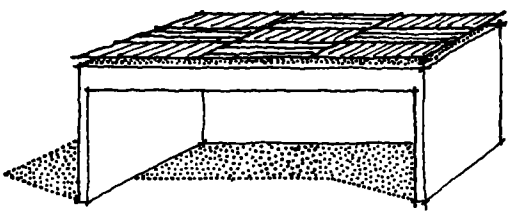
شكل(١) تظليل غرفة صف في الهواء الطلق ٠



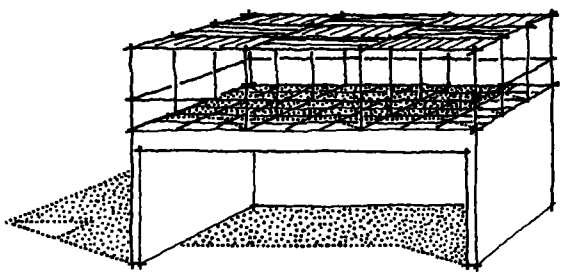
شكل(٢) وسيلة بسيطة للتظليل يمكن اقامتها وتكون مصنوعة من ستار من الخيزران او من الحصير المصنوع من العشب ٠



شكل(٣) التظليل المؤقت بينما تبلغ الاشجار حجما يلقي ظلالا كافية ٠

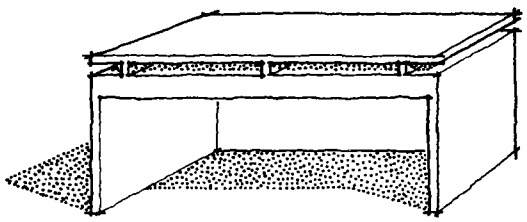


شكل(٤) يمكن تظليل سقف له قدرة متدنية جدا على حفظ الحرارة خلال الصيف عما يخفف كثيرا من الحرارة في الغرفة ٠ ومن الضرورى ان تكون هناك فسحة فراغ بين العنصر المظلّل والمظلّل ٠

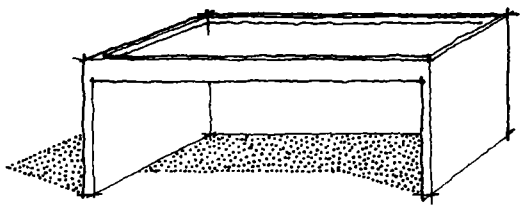


شكل(٥) نفس التأثير المذكور في رقم (٤) يمكن تحقيقه بواسطة السطوح المظلّلة بسقف ٠ وللحصول على اكبر قدر من الظلال ، ينبغي ان تكون وسيلة التظليل منخفضة اى على ما يقارب ارتفاع مترين فوق ارض السطوح

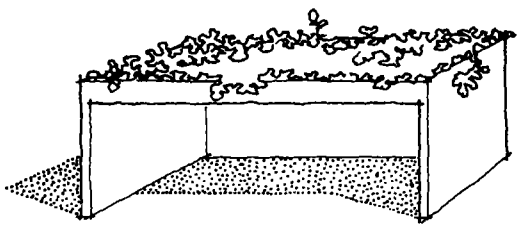
٣ : ٧ الانشاءات المظلّلة لحفظ السقوف (انظر كذلك الفقرة ٦ : ٢)



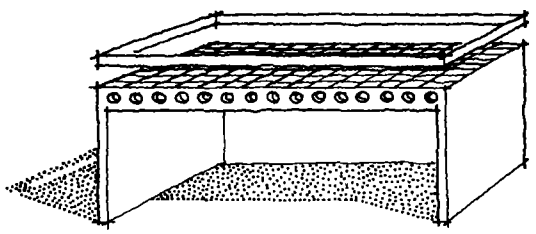
شكل (١) السقف المزدوج وبينهما مكان او حيّز للتهوئة ٠



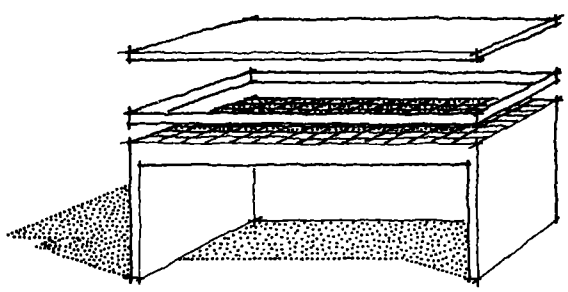
شكل (٢) يمكن تبريد السقف بالتبخّر عن طريق وضع حوض ماء فوقه انما لا تستعمل هذه الوسيلة الا في الاماكن التي يوجد فيها فيض من الماء فقط ٠ وينبغي الاهتمام بالوسيلة المستخدمة لتصمد الماد ولا ترشحه ٠



شكل (٣) التظليل الذى توفره الحشائش او النباتات المتسلّقة والتراب اللازم يزيد من قدرة السقف على الاحتفاظ بالحرارة ٠ وينبغي الانتباه الى ان جذور بعض النباتات المتسلقة تستطيع ان تخترق السقف وتتلفه ٠



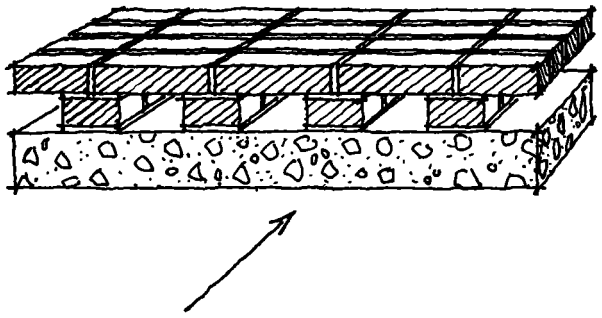
شكل (٤) سطح مرصوف وفيه تهوئة (انظر التفاصيل كذلك في الفقرة ٧ : ٥) ٠



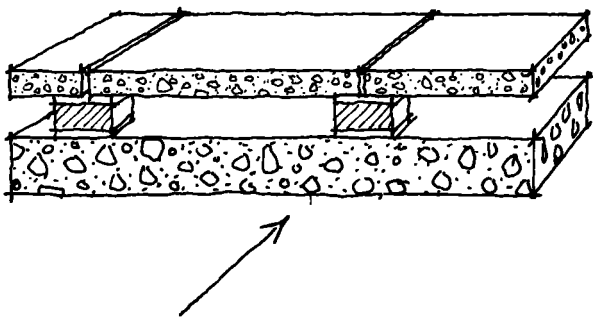
شكل (٥) السطح الذى يظلّله سقف (انظر كذلك الفقرة ٧ : ٢)٠

٤ : ٧ تفاصيل حول الارضية المرصوفة التي فيها تهوئة
(انظر كذلك الفقرة ٧ : ٣ : ٤ و ٦ : ٦)

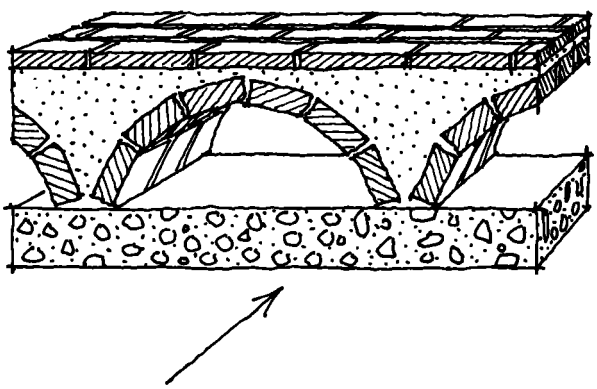
تبيّن الرسوم الثلاثة على هذه الصفحة كيف يمكن انشاء ارضية مرصوفة وفيها تهوئة. ويجب ان تكون وجهة "اقنية الهواء" مقابلة لاتجاه الريح السائد الذى نبيّنه باسهم في الرسوم .



شكل (١) طوب موضوع على طوب آخر .

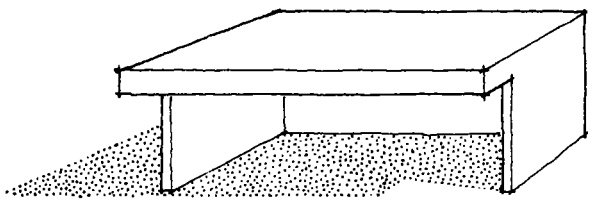


شكل (٢) الواح من الاسمنت موضوعة على طوب .

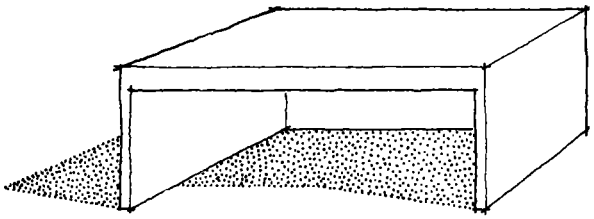


شكل (٣) بلاط موضوع على رمل ترفعه قناطر (عقود) من الطوب .

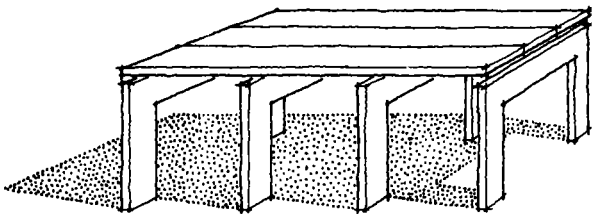
٥ : ٧ انشاءات التظليل لحماية الواجهات المفتوحة



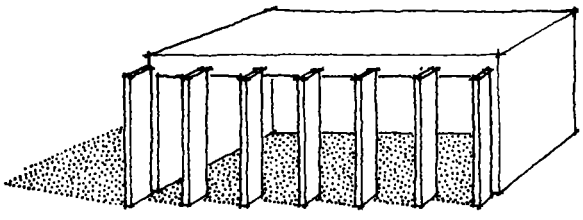
شكل(١) سقف بشكل بلكون · وينبغي الانتباه الى دخول الشمس من الجوانب ·



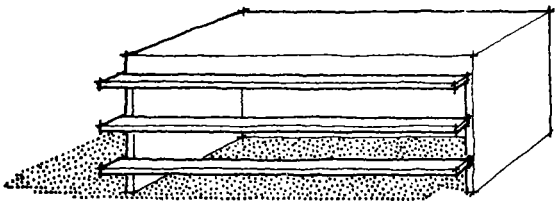
شكل(٢) الشرفة المقفلة (او البلكون) · وينبغي الانتباه الى عمق الغرفة المتزايد وبالتالي الى تأثير ذلك على مستوى الضوء الطبيعي للغرفة (انظر كذلك آ ـ ٥)·



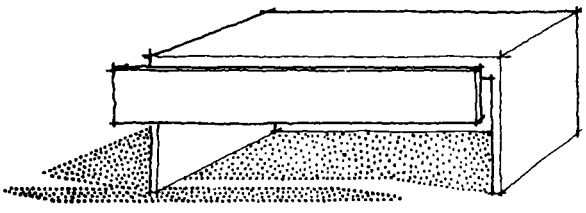
شكل(٣) الانشاءات الاساسية لهيكل المنزل ·



شكل(٤) الظلال العمودية · وينبغي الانتباه الى الشمس من الاعلى ·

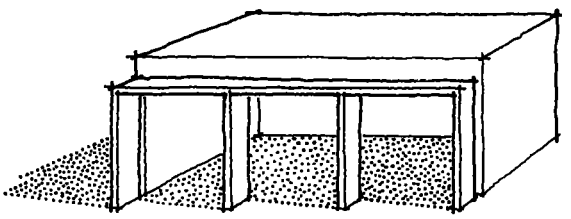


شكل(٥) الظلال الافقية · وينبغي الانتباه الى دخول الشمس من الجوانب ·

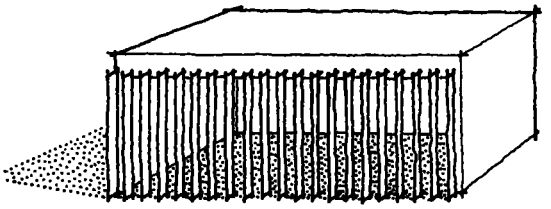


شكل(٦) ظلال افقية في مسطّح عمودي · وينبغي الانتباه الى دخول الشمس من الاعلى وكذلك من الجوانب ·

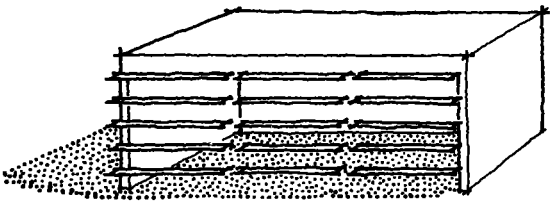
٥ : ٧ (تابع)



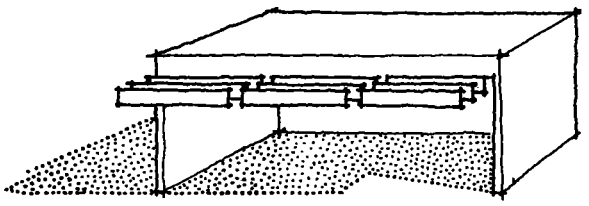
شكل (٧) الدمج بين الظلال الافقية والعمودية ٠



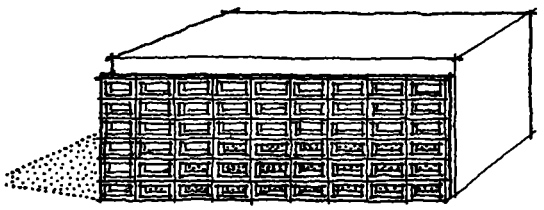
شكل (٨) الكوى (او الفتحات) العمودية (وتسمى الحاجيات عندما تركّب لها مفصلات لضبطها)٠



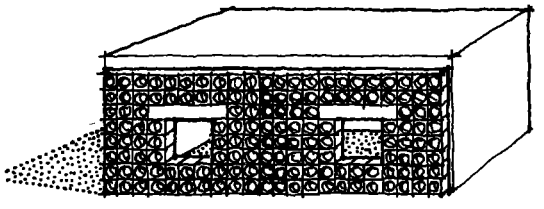
شكل (٩) الكوى الافقية (وتسمى الحاجيات عندما تركّب لها مفصلات لضبطها)٠



شكل (١٠) كوى افقية في مسطّح افقي ٠



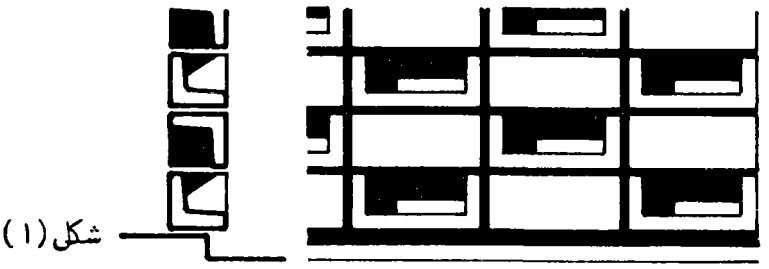
شكل (١١) كتل مفتوحة من الاسمنت (انظر كذلك التفاصيل في الفقرة ٧ : ٥)٠



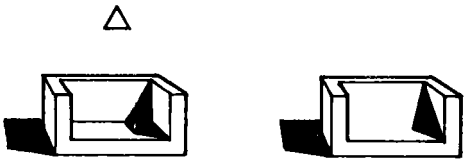
شكل (١٢) جدار من كتل الاسمنت المفتوحة وفيه ثقوب للرؤية ٠

٦:٧ التفاصيل حول الكتل المفتوحة (الكوى):

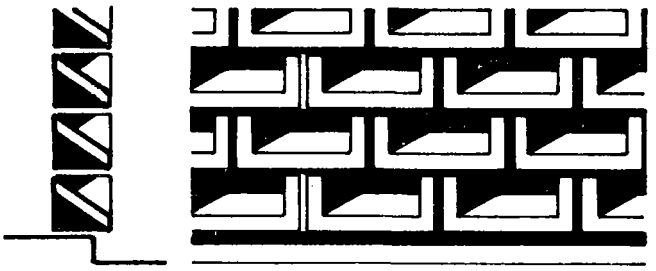
هناك حلّ لمشكلة حماية الفتحات في الواجهة وذلك عن طريق استخدام عناصر بناء بسيطة وصغيرة مما تشكل بوضعها معا شبكة. واذا ما اعتمد في قياسها الرسم البياني الشمسي ، تمنع دخول الحرارة والوهج كما تؤمّن العزلة مع الاحتفاظ بضوء النهار والتهوئة الطبيعية.



شكل (١)

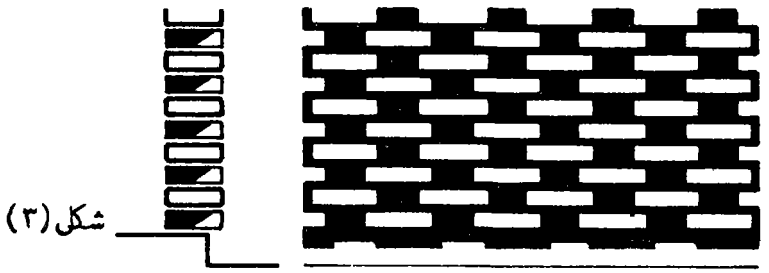


وفي حالة كون المنظر الذي يعطي على الجوار مزعجا ، يكون استخدام الكتل المفتوحة والمصنوعة من الاسمنت (الشكل ١ و ٢) والتي تسمح بدخول النور المنعكس والغير المباشر فقط ، كما يمنع رؤية المنظر كاملا ويكون ذلك الحلّ السليم كما انه يخفّف في الوقت نفسه من الضجيج الى حدّ كبير.



شكل (٢)

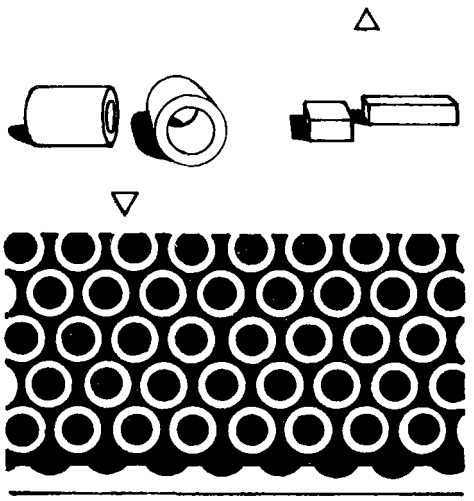
وتتوفر في اكثرية بلدان المنطقة تلك الكتل المفتوحة المصنوعة من الاسمنت او الخزف وهي مواد مقنّنة للبناء. ويمكن في احيان خاصة ان تستخدم عناصر عادية اكثر كالاجرّ او انابيب التصريف كما نرى في الرسمين (٣ و ٤)



شكل (٣)

ويستحسن في الانشاءات القديمة في البلدان الجنوبية في المنطقة حيث يكون الجو حارا على مدار السنة، ان تستخدم الجدران المصنوعة من الكتل المفتوحة دون ان يكون خلفها جدران من الزجاج او النوافذ.

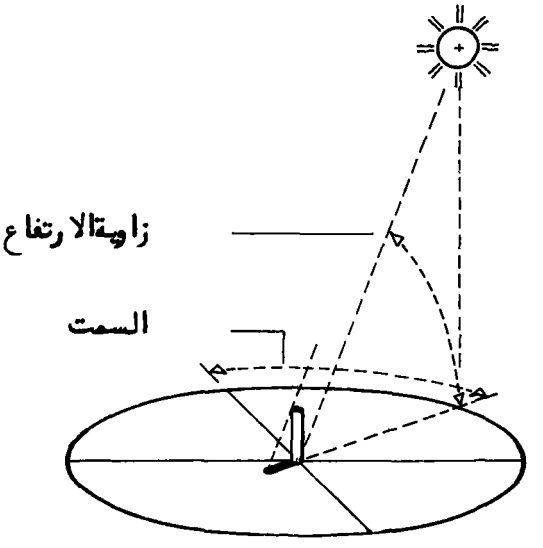
الا انه اذا ما وضع مثل هذا الستار " كواجهة ثانية " ، امام جدار زجاجي او امام نافذة او حائط ضخم ، لا يمكن ان تكون له فعالية ما لم تؤمن له بين الواجهة الستار والواجهة الحقيقية فسحة فيها تهوئة.



شكل (٤)

ب ـ ١ : تفسير عام للرسوم البيانية الخاصة بزوايا ارتفاع الشمس

١ : ١ تعريفات :



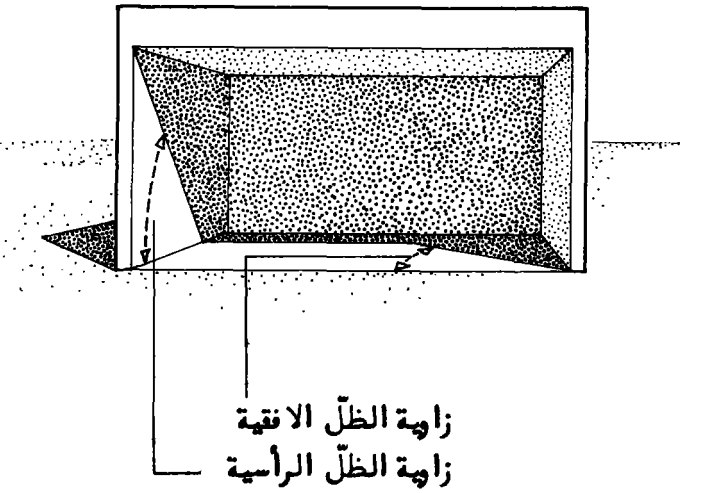
السمت : قياس انحراف الشمس بالدرجات مأخوذ حسب اتجاه حركة عقارب الساعة من الجهة الشمالية نحو الشرق والجنوب فالغرب والشمال من جديد . فحين يكون وضع الشمس متجها نحو الشمال مباشرة يكون السمت اما صفرا او ٣٦٠ درجة . وحين تتجه الشمس نحو الشمال الشرقي مباشرة ، او نحو الشرق ، او الجنوب ، او الجنوب الغربي ، او الغرب ، او الشمال الغربي يكون السمت على التوالي ٤٥، ٩٠، ١٣٥، ١٨٠، ٢٢٥، ٢٧٠، و ٣١٥ درجة .

زاوية الارتفاع : الزاوية بين المسطح الافقي والخط الذي يصل بين المكان حيث تقاس زاوية الارتفاع وبين الشمس . وتكون زاوية الارتفاع صفرا عند شروق الشمس وغروبها ، وتصل الى حدها الاعلى اليومي عند الساعة الثانية عشرة ظهرا حين تكون الشمس متجهة نحو الجنوب او الشمال مباشرة .

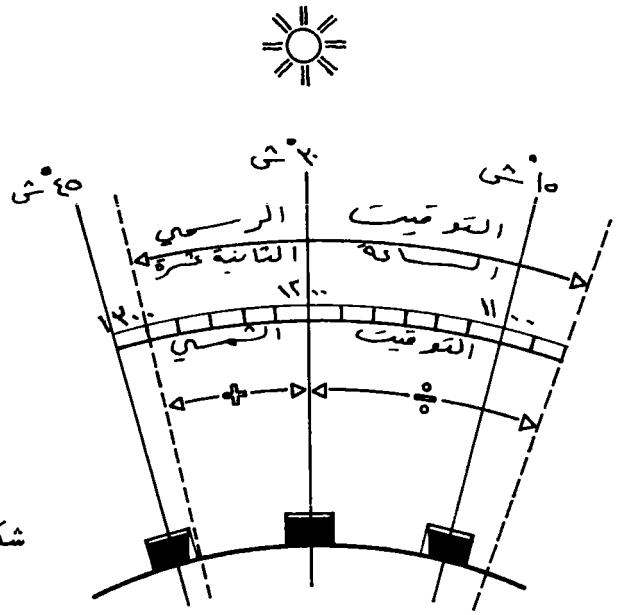
زاوية الظلّ الرأسية : هي اسقاط زاوية الارتفاع على مسطح رأسي يكون عموديا على مسطح الواجهة وتسمى بزاوية الظلّ الرأسية لمسطح هذه الواجهة .

زاوية الظل الافقية : هي الزاوية الصغرى المتكونة من مسطح الواجهة واتجاه اشعة الشمس مسقطة على المسطح الافقي .

زوايا الشمس الحرجة : وهي زاوية الظلّ الرأسية وزاوية الظلّ الافقية للواجهة في كل من التاريخين ٢٢ كانون الاول (ديسمبر) و ٢٢ حزيران (يونيو) .



٢ : ١



شكل (١)

البلد	التوقيت الرسمي	التوقيت الصيفي
المغرب	ج م ت	—
الجزائر	ج م ت	—
تونس	ج م ت + ١	—
ليبيا	ج م ت + ٢	—
مصر	ج م ت + ٢	ج م ت + ٣
السودان	ج م ت + ٢	ج م ت + ٣
لبنان	ج م ت + ٢	ج م ت + ٣
سوريا	ج م ت + ٢	ج م ت + ٣
الاردن	ج م ت + ٢	—
العراق	ج م ت + ٣	—
العربية السعودية	ج م ت + ٣	
الكويت	ج م ت + ٣	—
البحرين	ج م ت + ٤	—
قطر	ج م ت + ٤	—
عمان المحايدة	ج م ت + ٤	—
عمان	ج م ت + ٤	—
اليمن ـ عدن	ج م ت + ٣	—
اليمن ـ صنعاء	ج م ت + ٣	—

تعريفات التوقيت الشمسي والتوقيت الرسمي المحلّي وتغيرات التوقيت الشمسي :

تستغرق دورة الارض الكاملة ـ اى ٣٦٠ درجة ـ اربعا وعشرين ساعة ، مما يعني ان كل درجة من الدوران تتم في اربع دقائق وان ١٥ درجة تستغرق ساعة واحدة ٠ والتوقيت الشمسي في اى مكان على الارض يكون حسب التعريف الساعة الثانية عشر ظهرا (١٢ ") حين تصل زاوية ارتفاع الشمس حدّها اليومي الاعلى وتكون الشمس اما جنوبية مباشرة او شمالية مباشرة ٠ وحين يكون التوقيت الشمسي على خط طول معيّن نسمّيه " ص " الساعة " س " تكون الساعة (س + ساعة واحدة) على خط الطول ١٥ درجة شرقا من " ص " والساعة (س ـ ساعة واحدة) على خط الطول ١٥ درجة غربي "ص" كما هو مبيّن في الشكل الاول ٠

ولاسباب عملية لا تستخدم الفترات الصغيرة في التوقيت الشمسي كموشرات يومية للتوقيت ٠ لذلك تقسّم الكرة الارضية الى مناطق توقيت رسمية ٠ ويكون التوقيت الرسمي المحلي لمنطقة موقتة حسب التعريف الساعة الثانية عشرة ظهرا اى (١٢) حين تكون الشمس قد وصلت الى زاوية الظل الرأسي الاعلى اليومي على خط الطول الذى تعود اليه المنطقة الموقتة موضوع البحث ٠ ويشار الى الفرق بالساعات بين مناطق التوقيت على اساس توقيت جرينتش الزوالي هكذا : ج م ت ، ج م ت + ١ ، ج م ت + ٢ الخ ٠٠٠ اما الفرق بين التوقيت الشمسي والتوقيت الرسمي (المبين في الشكل الاول) فيعرف عنه : بتغيرات التوقيت الشمسي ٠

٣ : ١ اليـــوم المـــدرســـي ٠

ان ما يشاد للتظليل وتكون قياساته حسب الاشكال يوفر الظل الكامل ما بين الساعة السابعة والخامسة عشرة بالتوقيت الشمسي (٧ر٠٠ و ١٥ر٠٠) وذلك أيام الزوايـــا الشمسية الحرجة ٠ وتمتد فترة التظليل في الايام الاخرى من الطرفين ٠ اما الاماكن القريبة من خط الطول الذى يعود اليه التوقيت الرسمي للبلاد ، فيكون اليوم المدرسي فيها ما بين الساعة السابعة والساعة الخامسة عشرة (من ٧ر٠٠ الى ١٥ر٠٠) اذا مطابقا تماما للفترة التي يحصل فيها التظليل ٠

اما في الاماكن التي تقع شرقي خط الطول ذاك ، فيتحقق فيها التظليل الكامل في وقت مبكر اكثر يساوى الفرق في التوقيت الشمسي للمكان كما ان فترة التظليل تنتهي كذلك في وقت مبكر بعد الظهر يساوى الفرق في التوقيت الشمسي ٠ اما في الاماكن التي تقع غربي خط الطول المذكور ، فان الفترة التي يكون فيها الظل كاملا ستتأخر تبعا للقواعد نفسها ٠ وينبغي في الاماكن ذات الفرق الزمني الشمسي المرتفع ان تصحح الظاهرة المذكورة اعلاه * ٠ وينبغي توفير التظليل الكامل خلال فترة الصيف ساعة تقريبا قبل ان يبدأ التلاميذ يومهم المدرسي ، بينما ينبغي في الشتاء وفي الاجزاء الشمالية للمنطقة وكذلك في الاماكن ذات الارتفاع في الاجزاء الجنوبية ان يسمح بدخول الشمس (انظر كذلك الفقرة ٤ : ٢) خلال الساعات الصباحية الاولى وذلك لكسب حرارة طبيعية منها ٠ ولا تكون المشكلة بعـــد الظهر اى عند الساعة الخامسة عشرة تقريبا مشكلة عويصة وهي التي يسببها دخول الشمس قليلا نظرا للتغير في التوقيت الشمسي وذلك بسبب ارتفاع الشمس النسبي وبسبب كون جزء صغير من الواجهة فقط معرضا لاشعة الشمس خلال فترة قصيرة من الساعة الاخيرة في اليوم المدرسي ومن جهة اخرى واذا ما تجاوز اليوم المدرسي الساعة الثالثة بعد الظهر ، فان وسيلة التظليل المطابقة قياساتها للاشكال البيانية لن توفر الظل الكافي للواجهات المفتوحة على الاتجاهات الغربية (الجنوبية الغربية والغربية والشمالية الغربية) ٠ الا انـــه بعملية بسيطة يمكن ايجاد زاوية السمت والارتفاع لدى الساعة السابعة عشرة وذلك بواسطة القيم المقابلة عند الساعة السابعة ٠ ويكون الارتفاع هو نفسه انما زاوية السمت فتكون بعدد الدرجات نحو الغرب عند الساعة السابعة عشرة كعدد الدرجات نحو الشرق عند الساعة السابعة ٠ وعليه فانه من الممكن تحديد قياسات وسيلة التظليل اللازمة لدى الساعة السابعة عشرة ٠

---

* وذلك بتقدير تقريبي ٠

١ : ٤ كيفية استخدام الرسوم الخاصة بالتظليل من الشمس (انظر الملاحق) :

الرسوم الخاصة بالتظليل من الشمس هي عرض بياني لزوايا الشمس الحرجة لكل درجتين من خطي العرض بين الدرجة ٠٢ شمالا والدرجة ٠٣٨ شمالا . ويشار الى كل خط عرض على خريطة للمنطقة مما يبين المواقع الجغرافية الرئيسية في الجوار القريب لخط العرض . ولهذه المواقع الواقعة على خط العرض اوضاع طولية (على خط الطول) مختلفة وبالتالي توقيت شمسي متباين . ويشار الى الفرق بين التوقيت الرسمي لبلد يعود اليه موقع معيّن وبين التوقيت الشمسي بشكل ± من الدقائق وذلك تحت اشارة الموقع نفسه . وان لم يظهر موقع معين على خط الطول في الخريطة ، فمن السهل ايجاد الفرق في توقيت هذا الموقع الشمسي عن طريق عملية الاستكمال علما بان الدرجة الواحدة تقابل اربع دقائق .

وتبين الرسوم البيانية للتظليل من الشمس الزوايا الشمسية الرأسية والافقية وذلك يومي ٢٢ حزيران (يونيو) و ٢٢ كانون الاول (ديسمبر) بالنسبة لخطوط العرض ٠٢ شمالا الى ٠٣٦ شمالا . ونبين كذلك في الرسوم البيانية الزوايا الشمسية الرأسية والافقية التي تم تحديدها على اساس زاوية الارتفاع الشمسي وزاوية السمت عند الساعة السابعة والتاسعة والنصف ، والثانية عشرة والخامسة عشرة (٠٠ر٧ ، ٣٠ر٩ ، ٠٠ر١٢ ، و ٠٠ر١٥) وذلك بالنسبة لمبنى موجه نحو كافة جهات البوصلة في فترات تبلغ ٥ر٢٢٠ . ومن الممكن تحديد زوايا الاتجاه بين هذه الفترات تحديدا تقريبيا عن طريق عملية الاستكمال .

١ : ٥ الدقّة :

نادرا ما تكون المواقع على خطوط العرض المشار اليها في خرائط المناطق موضوعة في اماكنها بكل دقة اى على خط العرض نفسه . ومن الممكن التعويض عن عدم الدقة ها هنا باستخدام طريقة الاستكمال بين الرسم البياني لخط العرض وذاك الخاص بالخط المجاور .

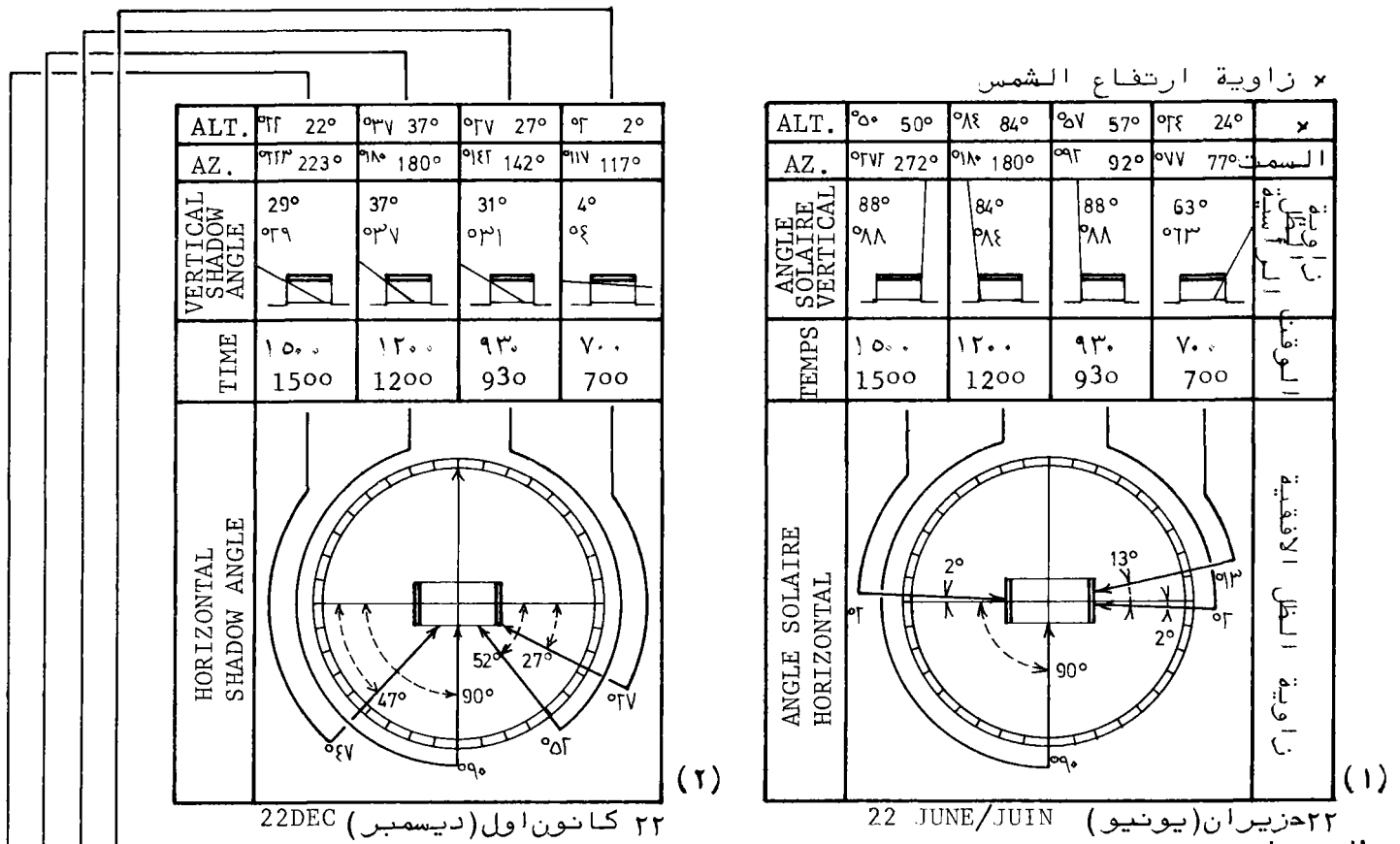
اما التعويض عن الاختلاف في التوقيت الشمسي فقد جاء وصفه في الفقرة ١ : ٣ .

ـ الدقة في الاشارة الى الزوايا في الرسوم البيانية : اخذت الزوايا من الرسوم الشمسية البيانية ومن المنقلة * . وتحسب الدقة في الدرجات الى اقرب درجة .

---

* Lippsmeier, G.: Building in the Tropics, Callway, Munchen, 1969.

اما موضوع صحة استخدام البيانات الدقيقة كل الدقة فموضوع مشكوك فيه طالما ان هناك عددا من العوامل التي تتسبب عادة بعدم الدقة الى درجة تفوق تلك التي تنتج عن فقدان الدقة في تحديد الدرجات على الرسوم البيانية التي تشملها هذه الدراسة • ومن بين العوامل المذكورة الاخطاء التي تتم في توجيه البناء لدى الشروع بالبناء ، والتفاوت المسموح به في مدى الدقة التي يمكن تحقيقها في اعمال التشييد العادية من قبل الحرفيين العاديين ، ومدى توفر العناصر المادية العادية اللازمة في القياسات المتبعة في انشاءات التظليل وما الى ذلك •

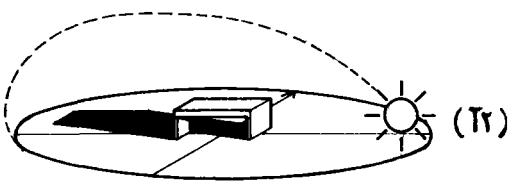


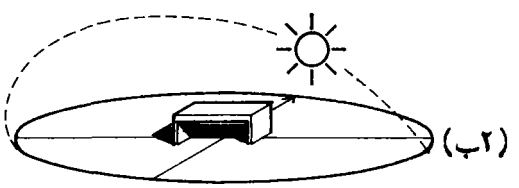
ب ـ ٢ **مثال عملي**

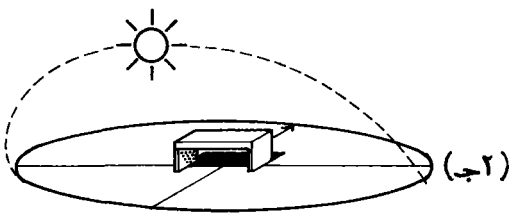
٢ : ١ لقد اخترنا بناءا بسيطا مكونا من سقف وواجهتين مفتوحتين وجملونين كي نبين كيفية استخدام الرسوم البيانية للزوايا الشمسية . اما الموقع الجغرافي ففي القاهرة : ٣٠° شمالا و ٣١° شرقا . واتجاه الواجهتين المفتوحتين : مباشرة نحوالشمال ونحو الجنوب .

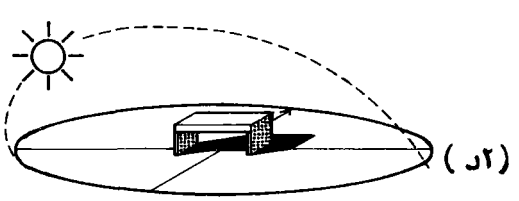
وبما ان الموقع يختلف بما يقابل درجة واحدة فقط اى ما يساوى فرق اربع دقائق ١° = ٤ دقائق) من خط الطول الذى يمثل توقيت مصر الرسمي (ج م ت+٢) لم تكن هناك ضرورة لتصحيح الفرق في التوقيت الشمسي . ويبين الرسم البياني ـ الشكل الاول ـ الذى يمثل الزوايا الشمسية الحرجة للواجهة الشمالية ان تلك الواجهة تكون في ٢٢ حزيران (يونيو) معرضة لاشعة الشمس مدة قصيرة خلال الصباح فقط . وزاوية الظل الافقية صغيرة لدرجة انه من الممكن توفير الحماية الكافية بواسطة ، مثلا الفرق البسيط بين سطح زجاج النافذة والعمد (الحجرية التي تقسم النافذة الى اجزاء) ويمثل الرسم البياني ـ الشكل الثاني ـ زوايا الشمس الحرجة بالنسبة للواجهة الجنوبية .

والاشكال رقم (٢ ـ آ ، ب ، جـ ، د) عبارة عن رسوم "فضائية" لهذا الرسم البياني تبين اوضاع الشمس في السماء عند الساعة ٧ر٠٠ و ٩ر٣٠ و ١٢ر٠٠ و ١٥ر٠٠


(٢آ)

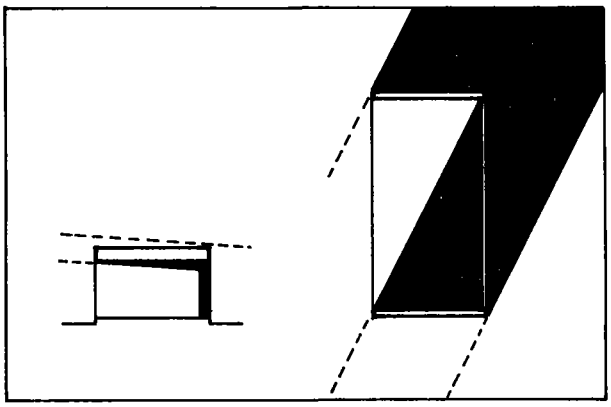

(٢ب)


(٢جـ)

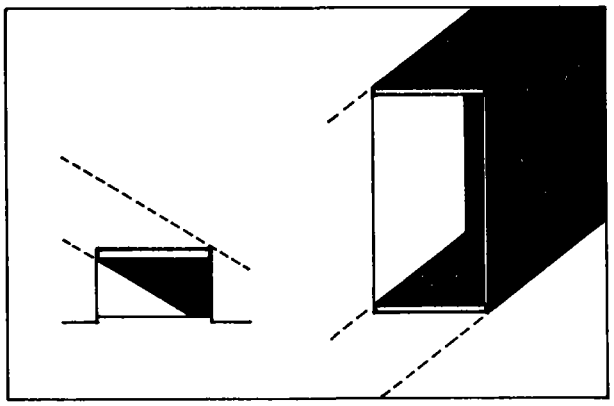

(٢د)

٢ : ٢

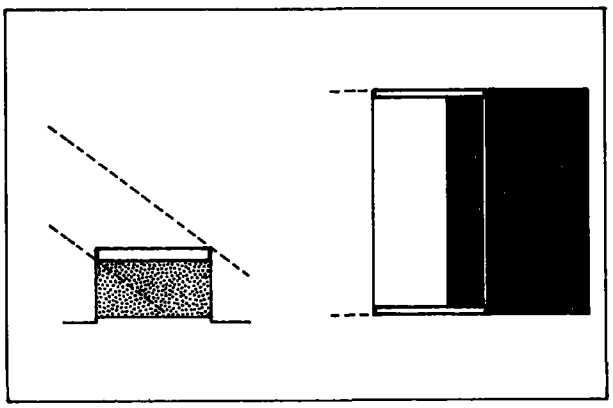
تحول الزوايا الشمسية الرأسية والافقية في الرسم البياني وذلك عند الساعة السابعة والتاسعة والنصف والثانية عشرة والخامسة عشرة الى الاقسام والسطوح المقابلة في البناء ، الاشكال رقم : (٣ آ) ، (٣ ب) ، (٣ جـ) ، و (٣ د) ٠



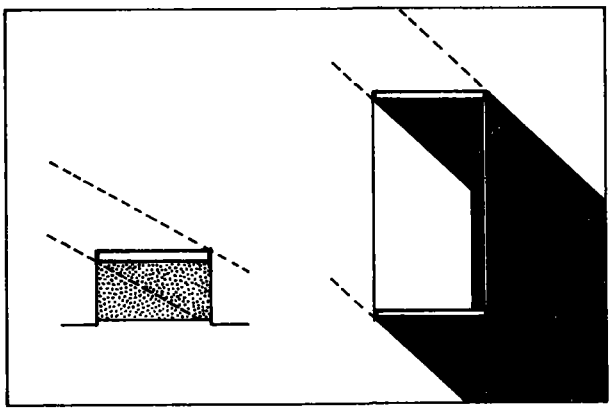
(٣ آ)



(٣ ب)



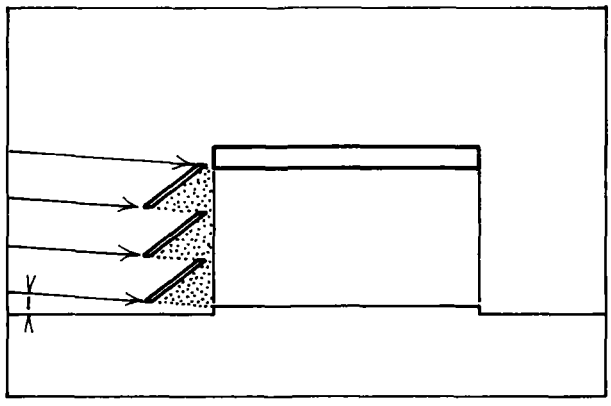
(٣ جـ)



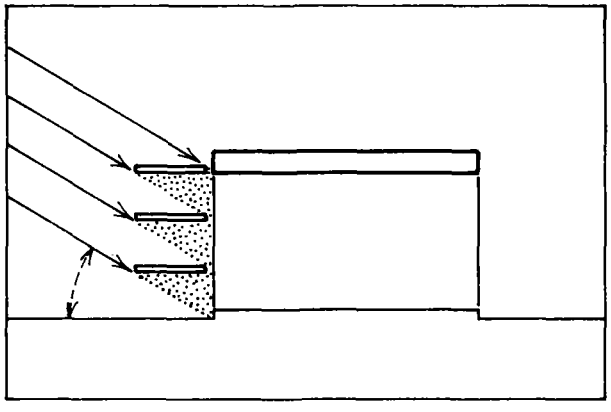
(٣ د)

تؤدى الزوايا الرأسية الاربع المختلفة الى اربع قياسات مختلفة لانشاءات تظليل من الشمس. الشكل رقم (٤ T) ، و (٤ ب) ، و (٤ جـ) ، و (٤ د) ، حيث تكون جميع عناصر التظليل افقية . وتكون النتيجة في هذه الحالة الحل المبين في الشكل رقم (٤ T) ، لانه الوحيد (من بين الحلول الاربعة) الذى يظلل الواجهة المفتوحة تظليلا كافيا من الساعة السابعة حتى الخامسة عشرة .

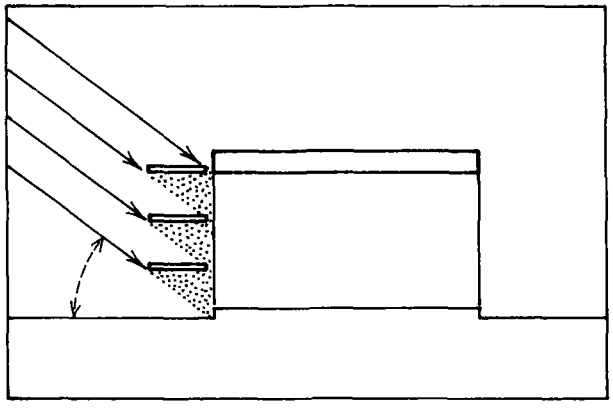
الا ان الحل في الشكل رقم (٤ T) لا يعتبر الحل الامثل بالنسبة لغرفة الصف لانه يحجب المنظر .



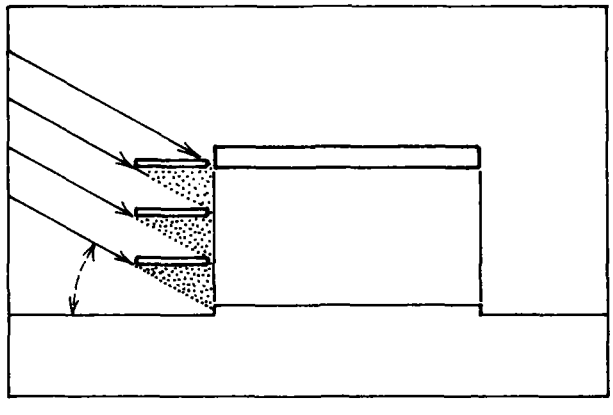
(٤ T)



(٤ ب)



(٤ جـ)

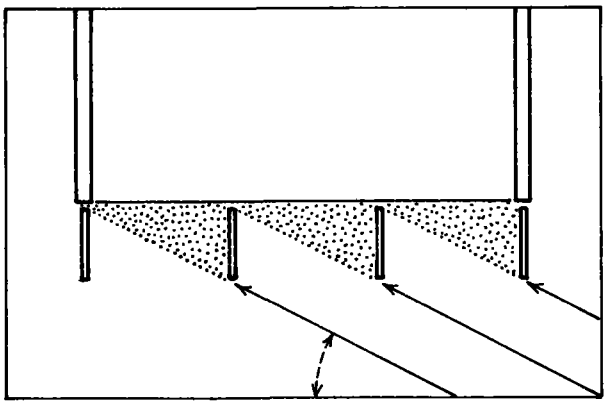


(٤ د)

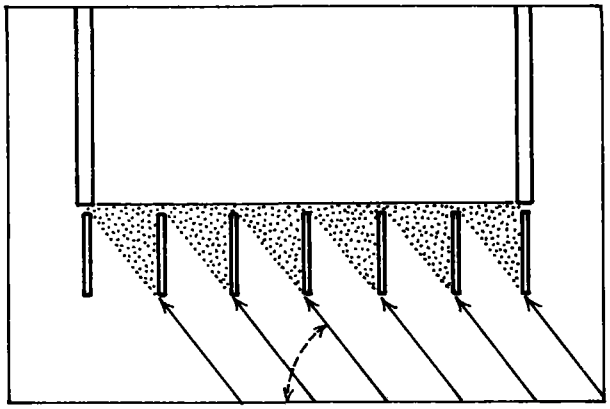
٤ : ٢

ولكي نتوصل الى حل معقول اكثر نحاول الاعتماد على العناصر الرأسية للتظليل من الشمس وتكون قياساتها حسب الزوايا الافقية عند الساعة السابعة والتاسعة والنصف والثانية عشرة والخامسة عشرة ٠

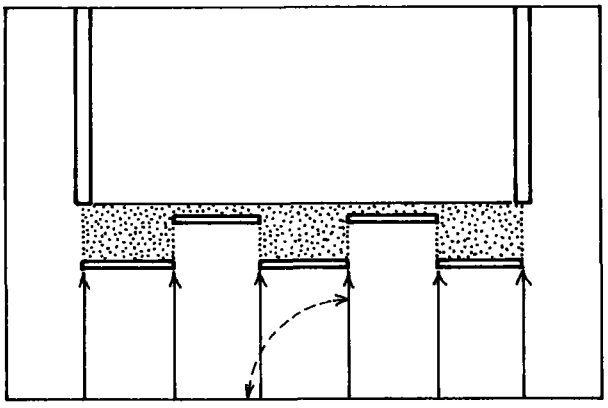
وتكون النتيجة ان الاشكال رقم (٥ T) ، و (٥ ب) ، و (٥ جـ) ، و (٥ د) ، تبين انه ليس باستطاعة اى حل من الحلول الاربعة منفردا ان يعطي ظلا كافيا للواجهة المفتوحة وذلك خلال الفترة موضوع البحث ٠



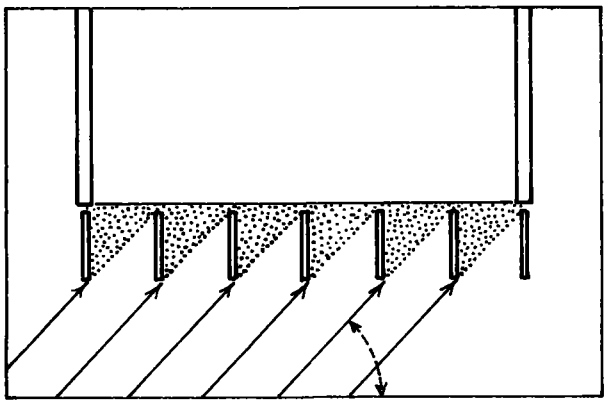
(٥ T)



(٥ ب)



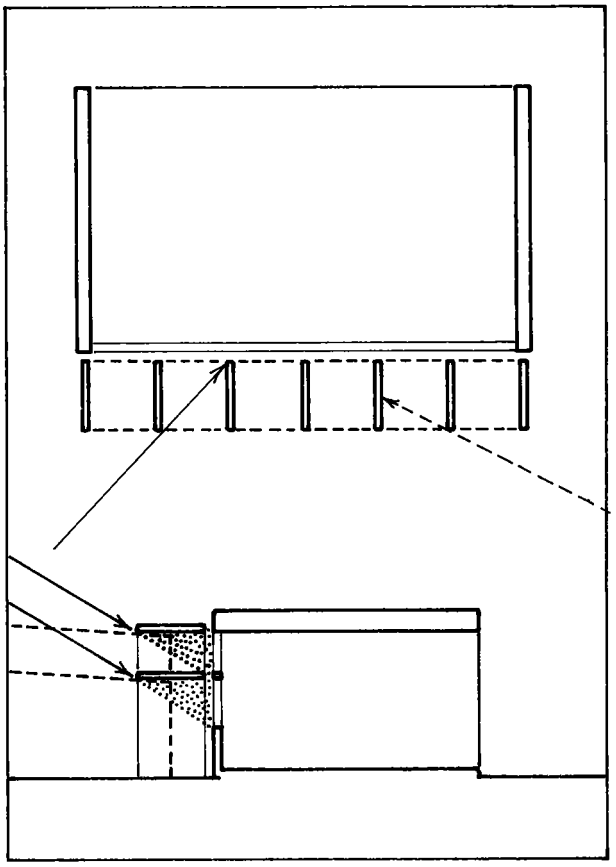
(٥ جـ)



(٥ د)

٥ : ٢

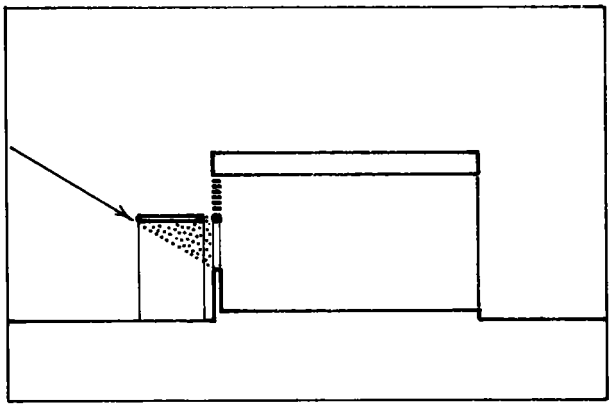
الا اننا اذا ما جمعنا بين التظليل الافقي والرأسي نصل الى حل تمنع فيه الظلال الرأسية الشمس من الدخول في ساعات الصباح وبعد الظهر ، بينما تقف الظلال الافقية دون دخول الشمس التي تسببها في الاماكن الاكثر ارتفاعا (الشكل رقم ٦ آ) .



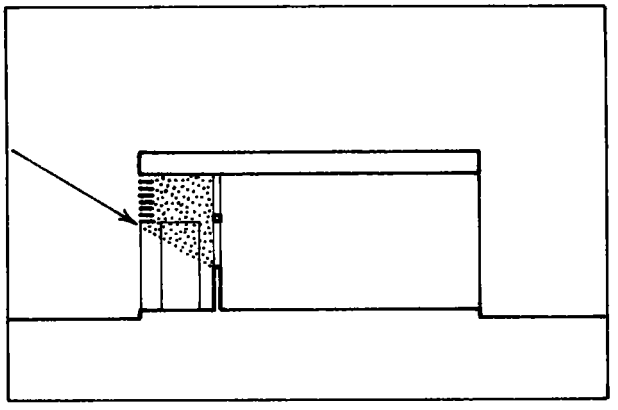
(٦ آ)

٦ : ٢

نبين حلين اثنين آخرين مبنيين على نفس الهندسة وذلك في الشكل رقم (٦ ب) ، ورقم (٦ جـ) .



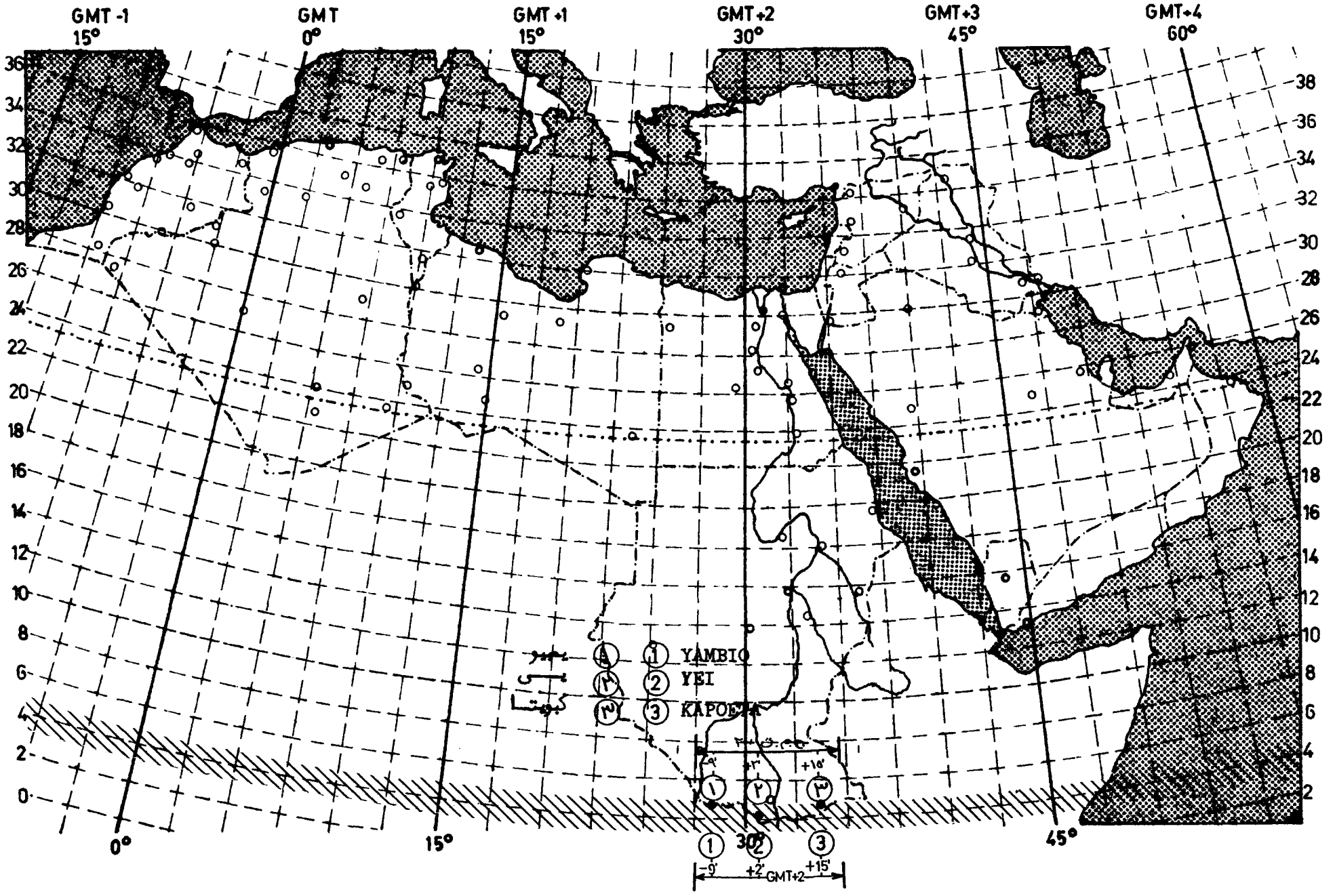
(٦ ب)



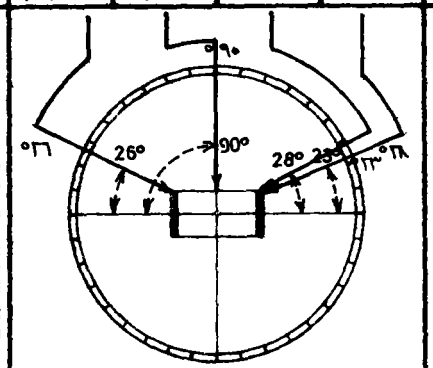
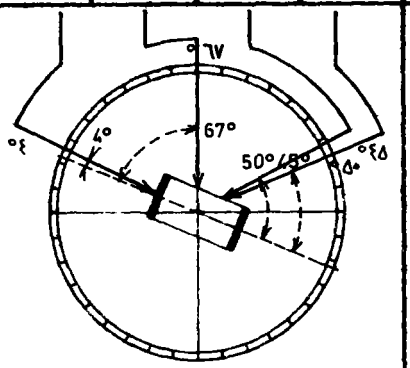
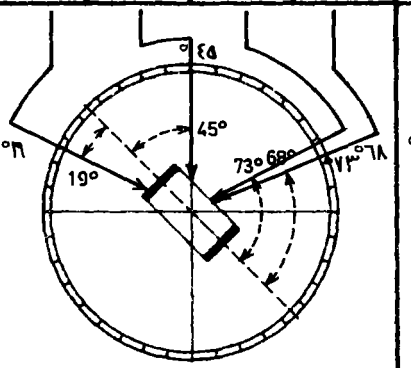
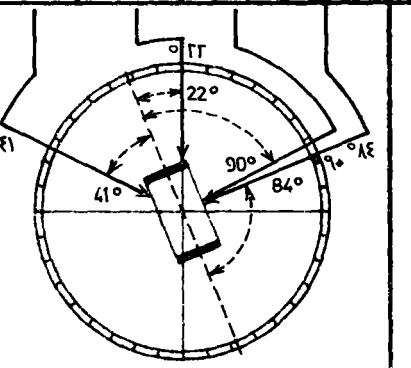
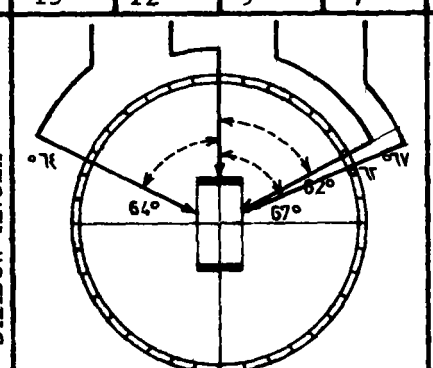
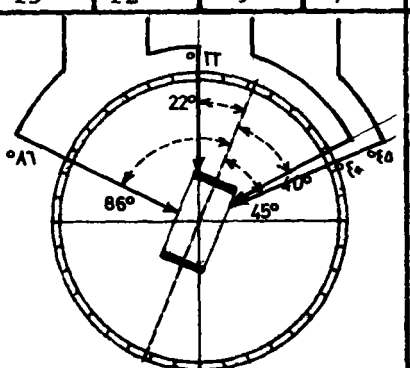
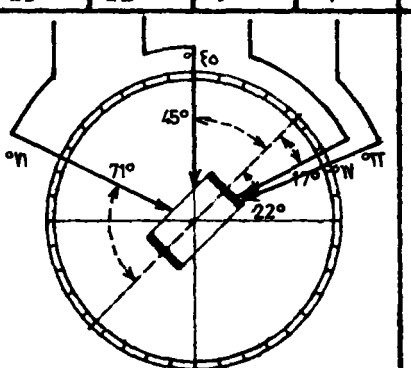
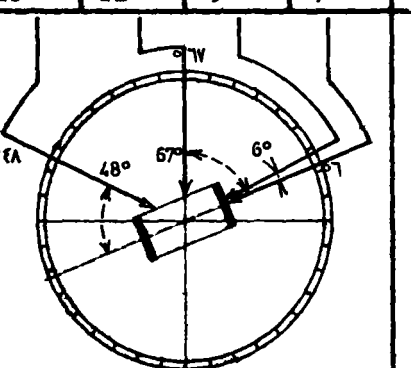
(٦ جـ)

ب ٣ ملاحـــــــــــق

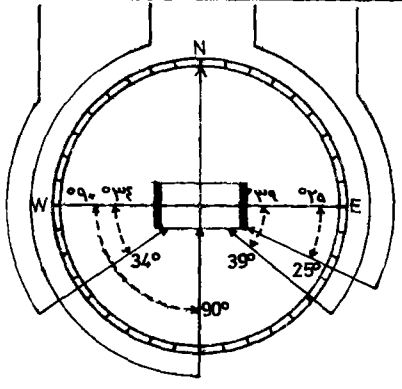
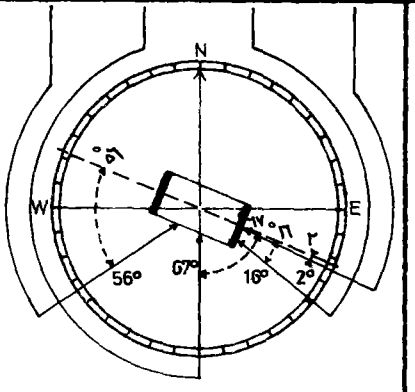
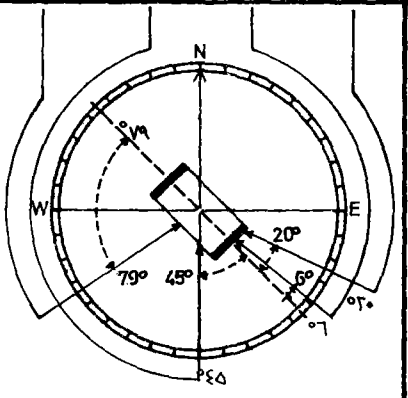
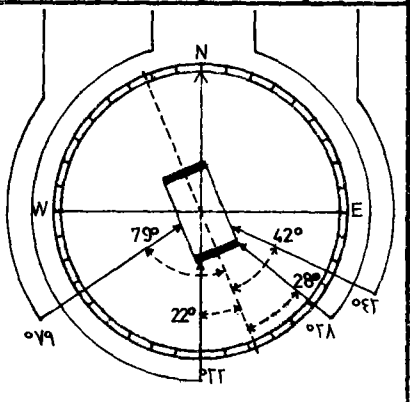
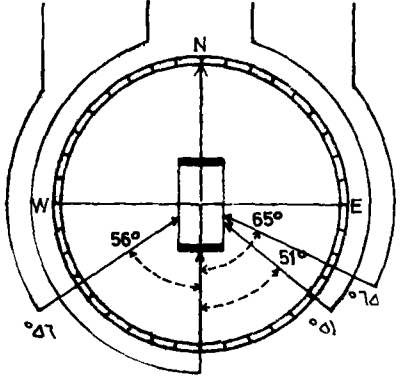
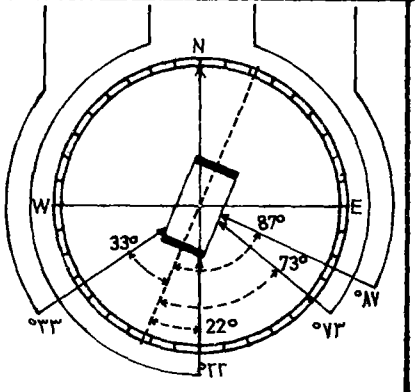
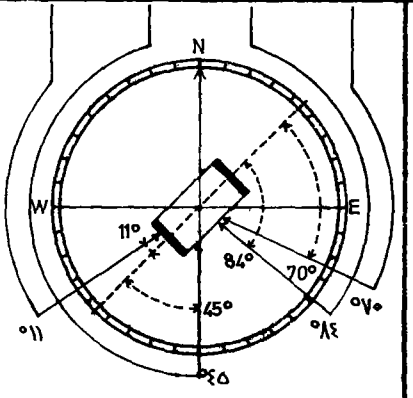
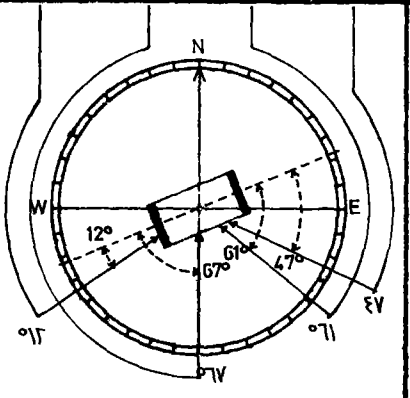
B III A N N E X E S


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
1 YAMBIO
2 YEI
3 KAPOETA
GMT+2

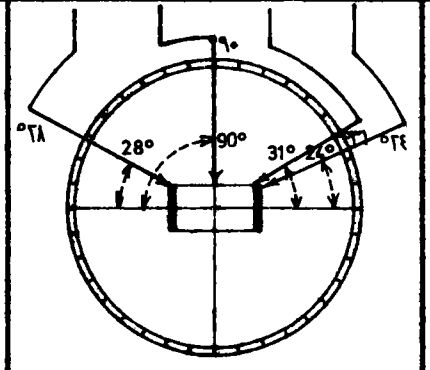
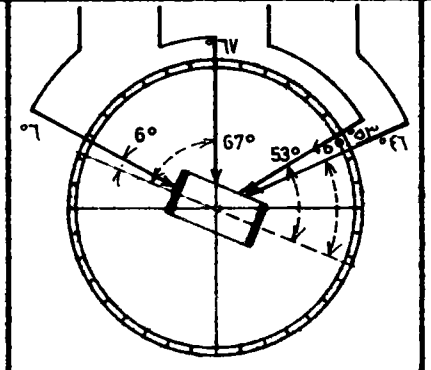
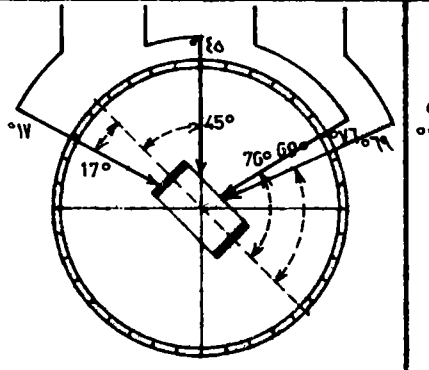
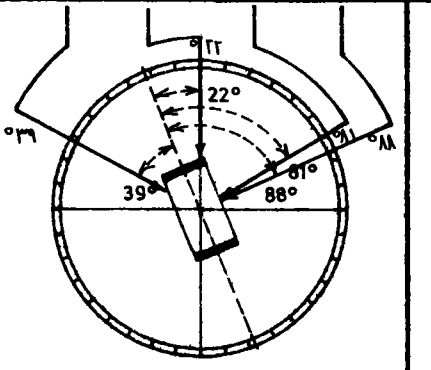
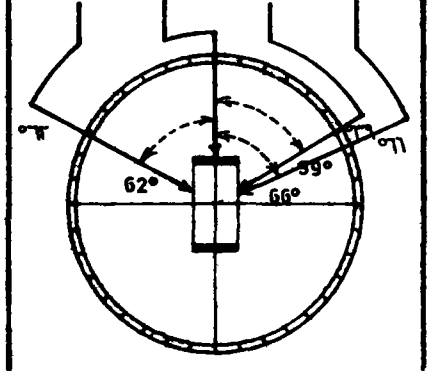
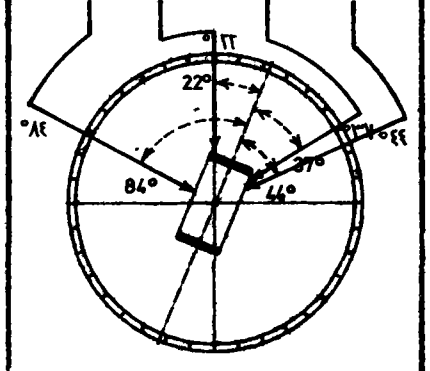
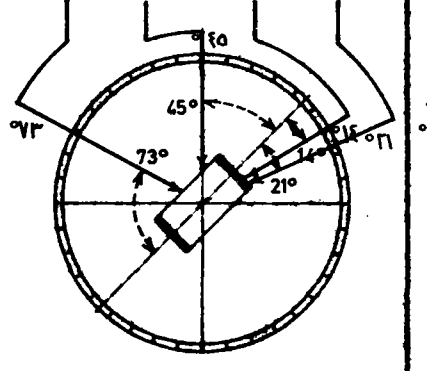
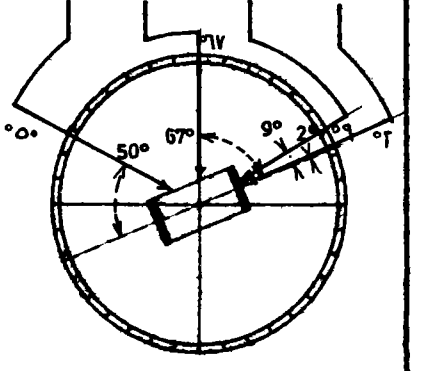
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	44°	74°	51°	16°	6°N. 22. JUNE				٦° ش ٢٢ حزيران				٤٤°	٧٤°	٥١°	١٦°	×
AZ.	296°	0°	62°	67°									٢٩٦°	٠°	٦٢°	٦٧°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	65° ٦٥°	74° ٧٤°	68° ٦٨°	36° ٣٦°	86° ٨٦°	74° ٧٤°	56° ٥٦°	22° ٢٢°	72° ٧٢°	78° ٧٨°	50° ٥٠°	17° ١٧°	53° ٥٣°	83° ٨٣°	49° ٤٩°	16° ١٦°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	45° ٤٥°	90° ٩٠°	53° ٥٣°	16° ١٦°	44° ٤٤°	83° ٨٣°	62° ٦٢°	21° ٢١°	45° ٤٥°	78° ٧٨°	77° ٧٧°	36° ٣٦°	52° ٥٢°	74° ٧٤°	84° ٨٤°	90° ٩٠°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

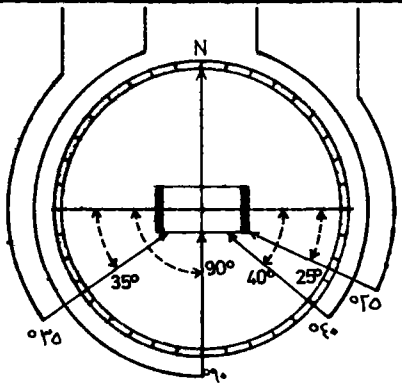
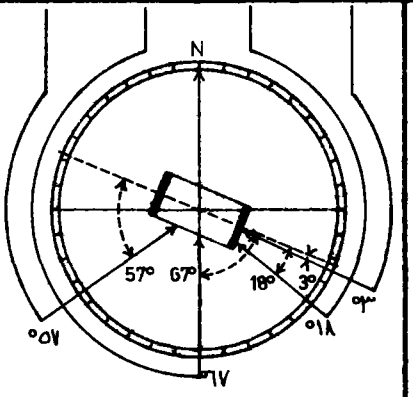
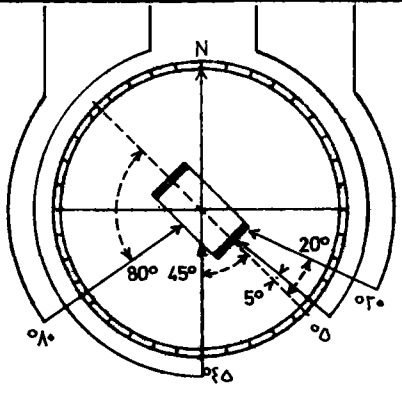
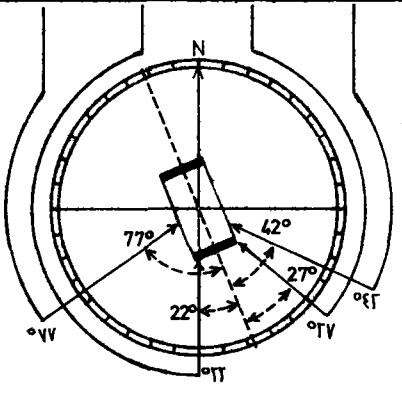
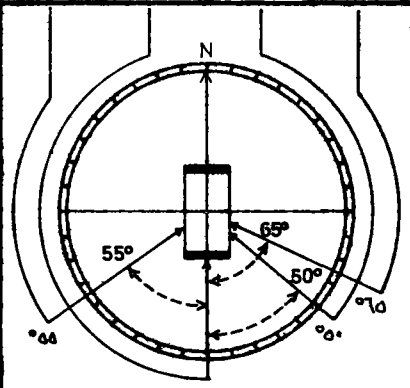
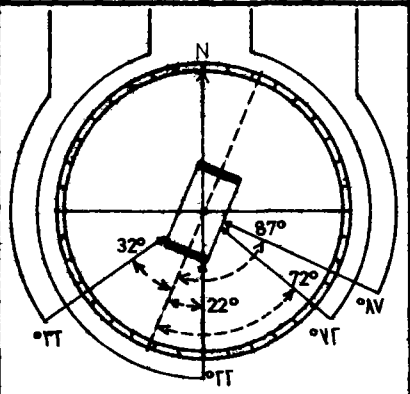
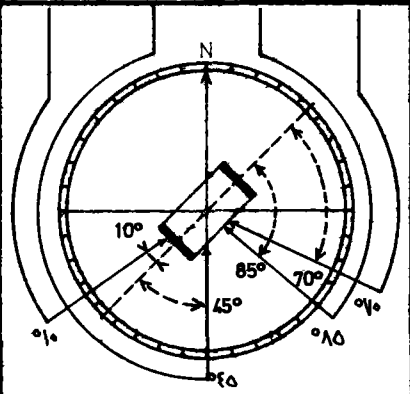
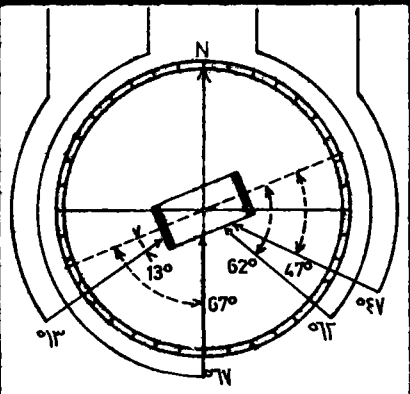
× زاوية ارتفاع الشمس

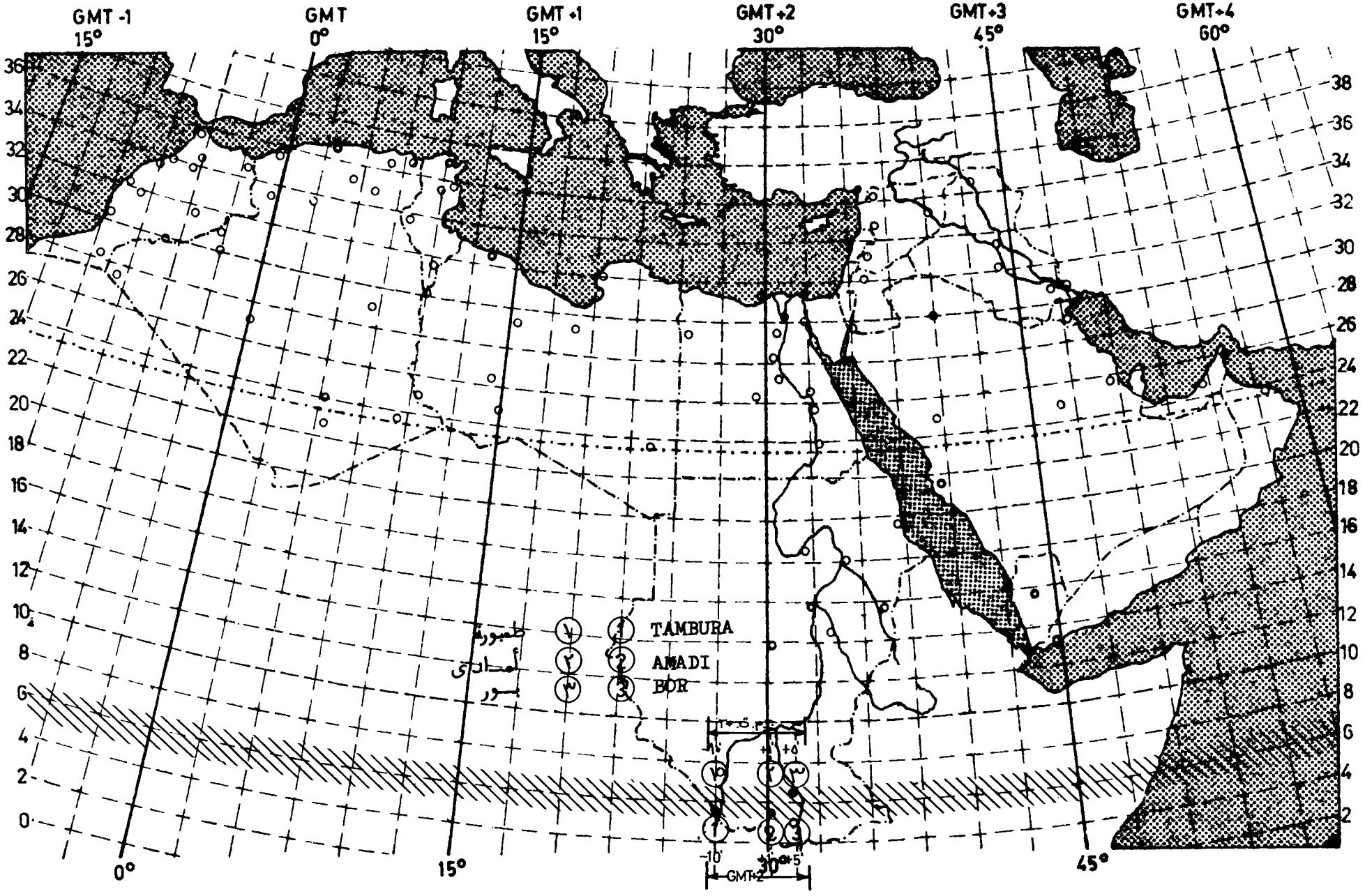
ALT.	39°	63°	45°	13°	44° N.	22 DEC.	٥٤ ش ٢٢ كانون اول				٥٣٩°	٥٦٣°	٥٤٥°	٥١٣°	×
AZ.	236°	180°	129°	115°							٥٢٣٦°	٥١٨٠°	٥١٢٩°	٥١١٥°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	55° ٥٥°	63° ٥٦٣°	57° ٥٥٧°	25° ٥٢٥°	44° ٥٤٤°	66° ٥٦٦°	74° ٥٧٤°	76° ٥٧٦°	39° ٥٣٩°	71° ٥٧١°	83° ٥٨٣°	31° ٥٣١°	39° ٥٣٩°	79° ٥٧٩°	64° ٥٦٤°	16° ٥١٦°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	43° ٥٤٣°	90° ٥٩٠°	51° ٥٥١°	13° ٥١٣°	55° ٥٥٥°	79° ٥٧٩°	45 ٥٤٥°	13° ٥١٣°	75° ٥٧٥°	71° ٥٧١°	45° ٥٤٥°	13° ٥١٣°	76° ٥٧٦°	66° ٥٦٦°	47° ٥٤٧°	16° ٥١٦°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

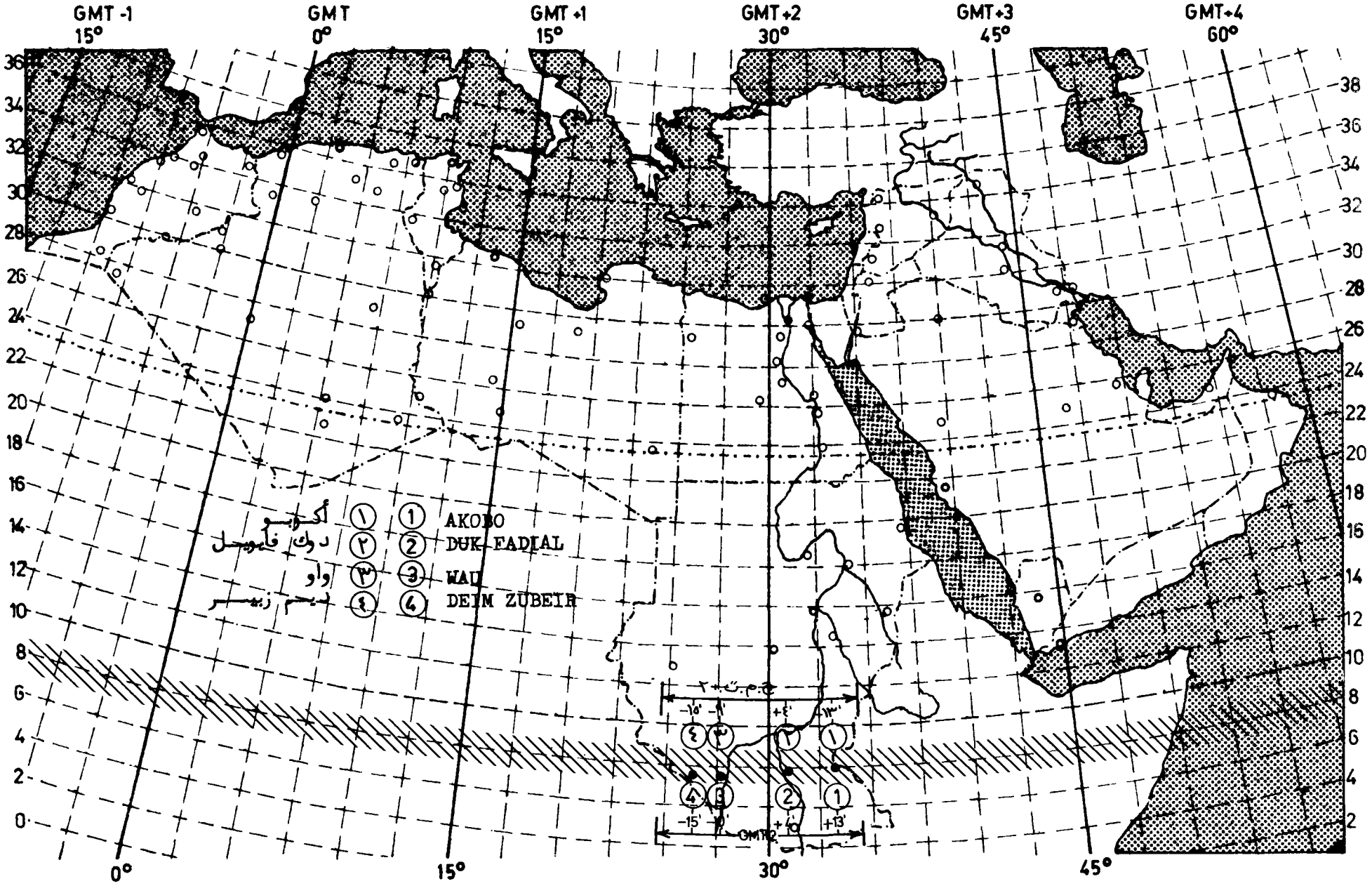
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	43°	72°	50°	16°	40° N. 20th JUNE	٤٠° ش ٢٢ حزيران	٤٣°	٧٢°	٥٠°	٢١°	×
AZ.	298°	0°	59°	66°			٢٩٨°	٠°	٥٩°	٦١°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	63° ٦٣°	72° ٧٢°	64° ٦٤°	33° ٣٣°	83° ٨٣° / 72° ٧٢° / 54° ٥٤° / 20° ٢٠°	73° ٧٣° / 76° ٧٦° / 49° ٤٩° / 16° ١٦°	53° ٥٣°	82° ٨٢°	48° ٤٨°	15° ١٥°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	45° ٤٥°	90° ٩٠°	52° ٥٢°	15° ١٥°	43° ٤٣° / 82° ٨٢° / 62° ٦٢° / 20° ٢٠°	43° ٤٣° / 76° ٧٦° / 78° ٧٨° / 35° ٣٥°	50° ٥٠°	72° ٧٢°	81° ٨١°	82° ٨٢°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية

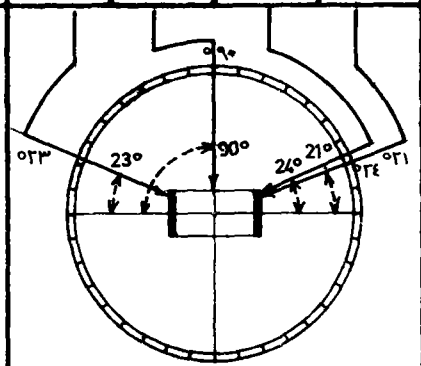
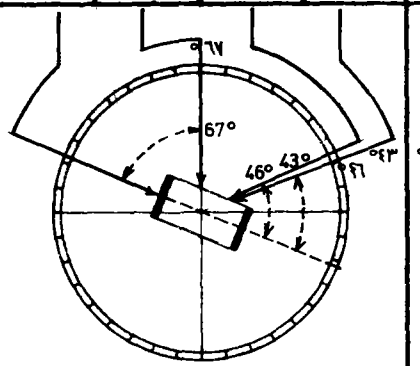
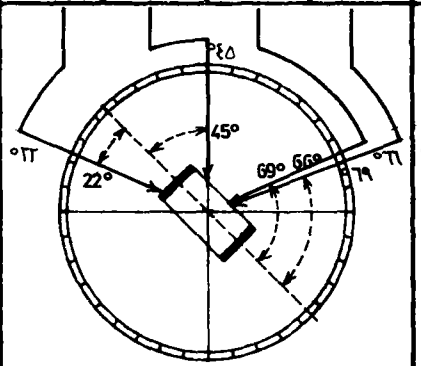
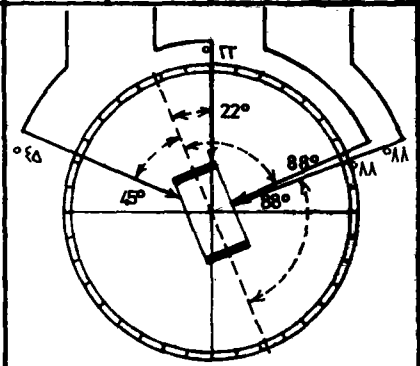
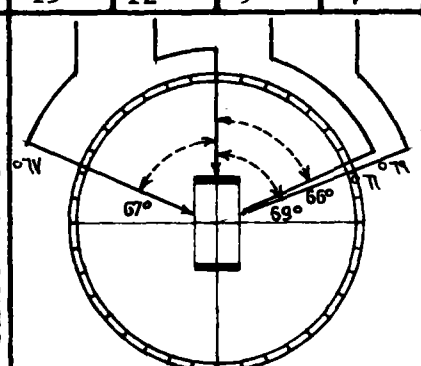
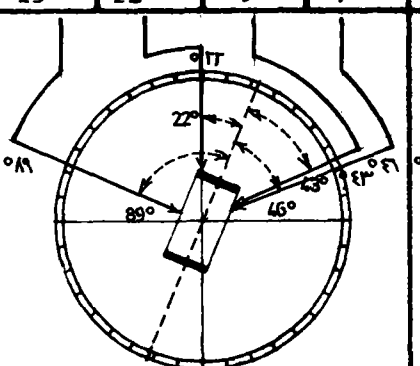
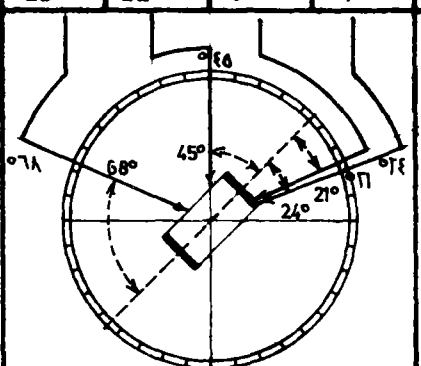
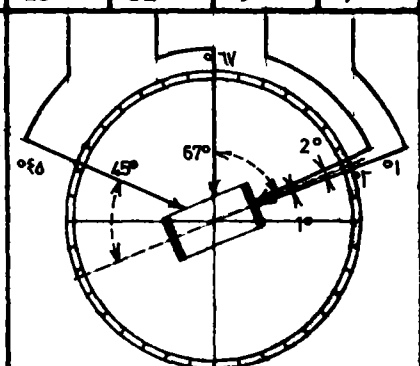
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	38°	61°	43°	12°	66° N.	22. DEC.	٦٥ ش	٢٢ كانون اول	٣٨°	٦١°	٤٣°	١٢°	×
AZ.	235°	180°	130°	115°					٢٣٥°	١٨٠°	١٨٠°	١١٥°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	53° ٥٣°	61° ٦١°	55° ٥٥°	24° ٢٤°	42° ٤٢°	64° ٦٤°	73° ٧٣°	74° ٧٤°	38° ٣٨°	69° ٦٩°	84° ٨٤°	30° ٣٠°	38° ٣٨°	78° ٧٨°	64° ٦٤°	15° ١٥°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	42° ٤٢°	90° ٩٠°	50° ٥٠°	12° ١٢°	54° ٥٤°	78° ٧٨°	44° ٤٤°	12° ١٢°	76° ٧٦°	69° ٦٩°	44° ٤٤°	12° ١٢°	74° ٧٤°	64° ٦٤°	46° ٤٦°	14° ١٤°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية

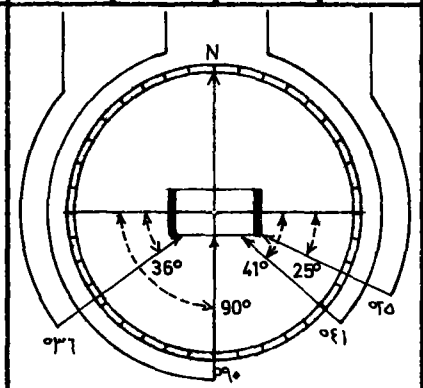
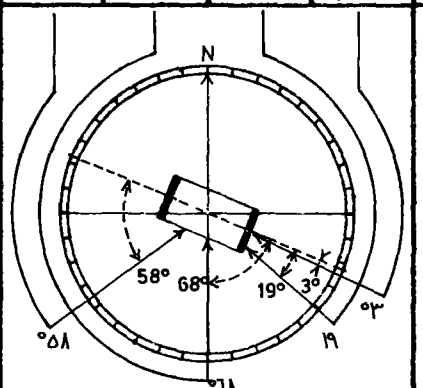
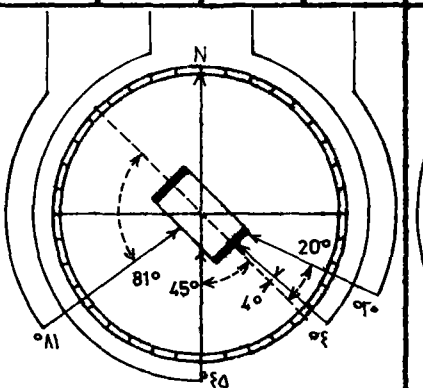
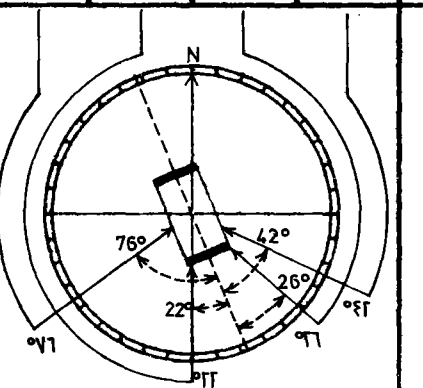
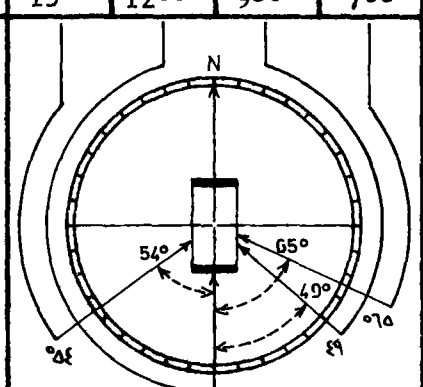
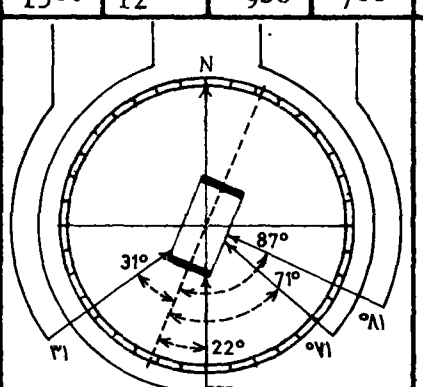
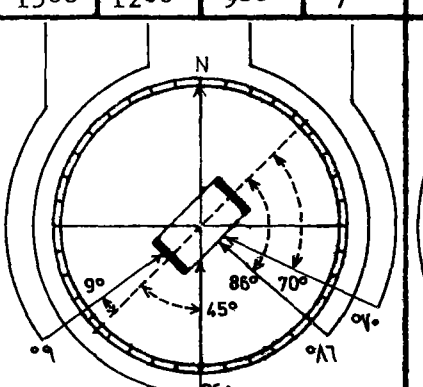
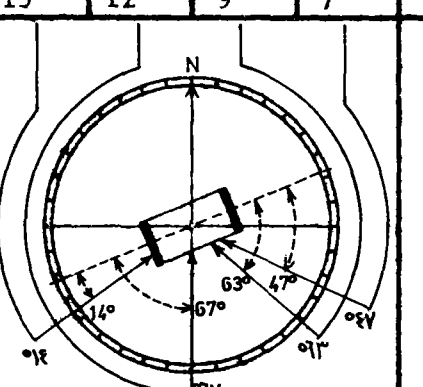

GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
45°
GMT+2
طمبورة
أمادي
بور
TAMBURA
AMADI
BOR


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
30°
45°
AKOBO
DUK FADIAL
WAU
DEIM ZUBEIR
GMT+2

× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	46°	78°	52°	18°	10° N. 22d. JUNE				١٠° ش ٢٢ حزيران				٤٦°	٧٨°	٥٢°	١٨°	×
AZ.	293°	0°	66°	69°									٢٩٣°	٠°	٦٦°	٦٩°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	69° ٦٩°	78° ٧٨°	72° ٧٢°	41° ٤١°	90° ٩٠°	78° ٧٨°	60° ٦٠°	25° ٢٥°	70° ٧٠°	81° ٨١°	53° ٥٣°	19° ١٩°	54° ٥٤°	85° ٨٥°	51° ٥١°	18° ١٨°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	46° ٤٦°	90° ٩٠°	54° ٥٤°	18° ١٨°	46° ٤٦°	85° ٨٥°	61° ٦١°	23° ٢٣°	47° ٤٧°	81° ٨١°	75° ٧٥°	38° ٣٨°	55° ٥٥°	78° ٧٨°	88° ٨٨°	87° ٨٧°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

× زاوية ارتفاع الشمس

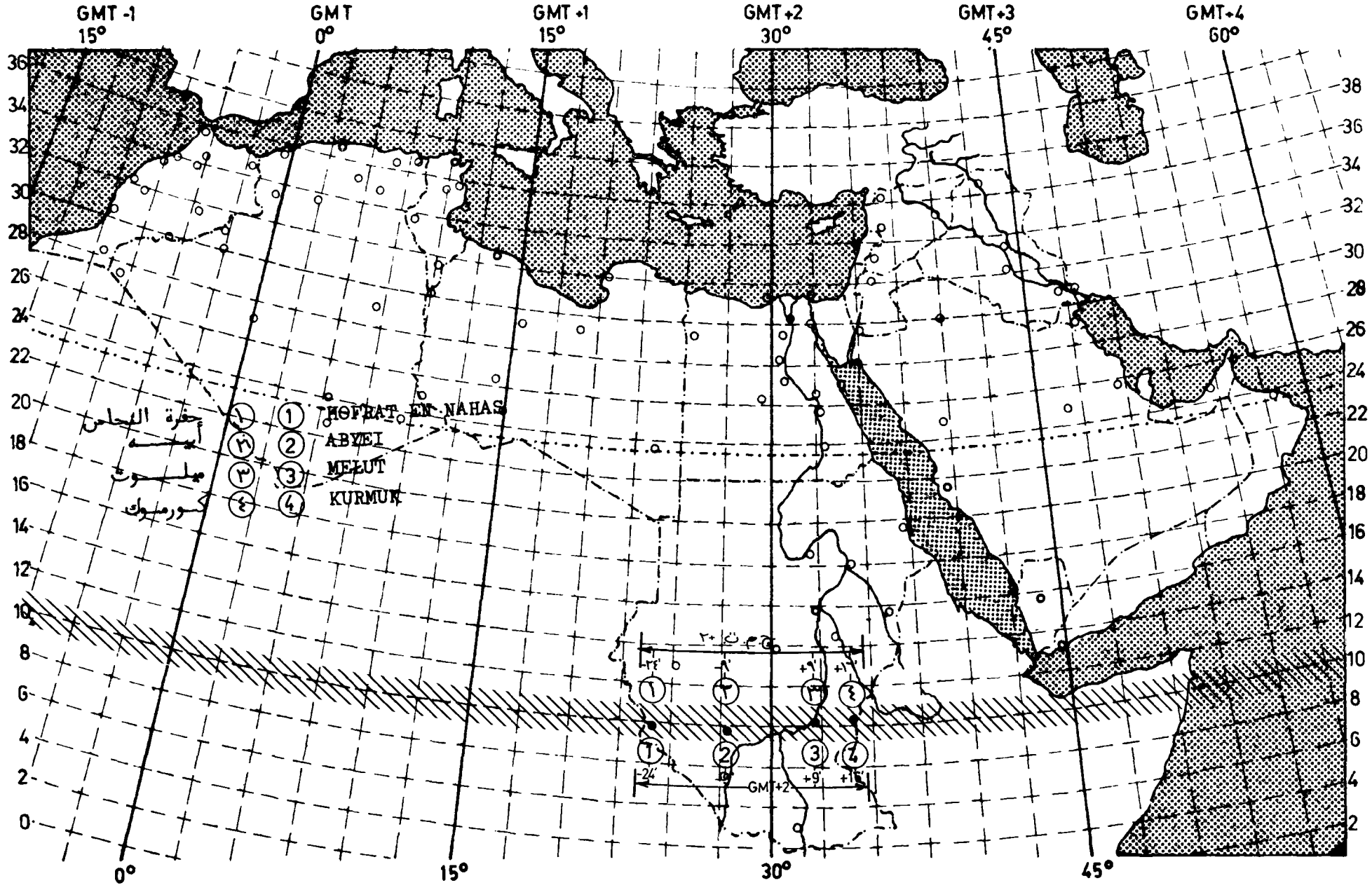
ALT.	37°	59°	42°	11°	90° N.	22. DEC.			٢٢ كانون اول			٨° ش	°٣٧	°٥٩	°٤٢	١١	×
AZ.	234°	180°	131°	115°									°٢٣٤	°١٨٠	°١٣١	°١١٥	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	51° °٥١	59° °٥٩	53° °٥٣	23° °٢٣	40° °٤٠	62° °٦٢	72° °٧٢	72° °٧٢	37° °٣٧	67° °٦٧	85° °٨٥	29° °٢٩	37° °٣٧	77° °٧٧	63° ٦٣	14° °١٤		زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700		الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	42° °٤٢	90° °٩٠	49° °٤٩	12° °١٢	54° °٥٤	77° °٧٧	43° °٤٣	11° °١١	77° °٧٧	67° °٦٧	42° °٤٢	11° °١١	71° °٧١	62° °٦٢	44° °٤٤	13° °١٣		زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700		الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

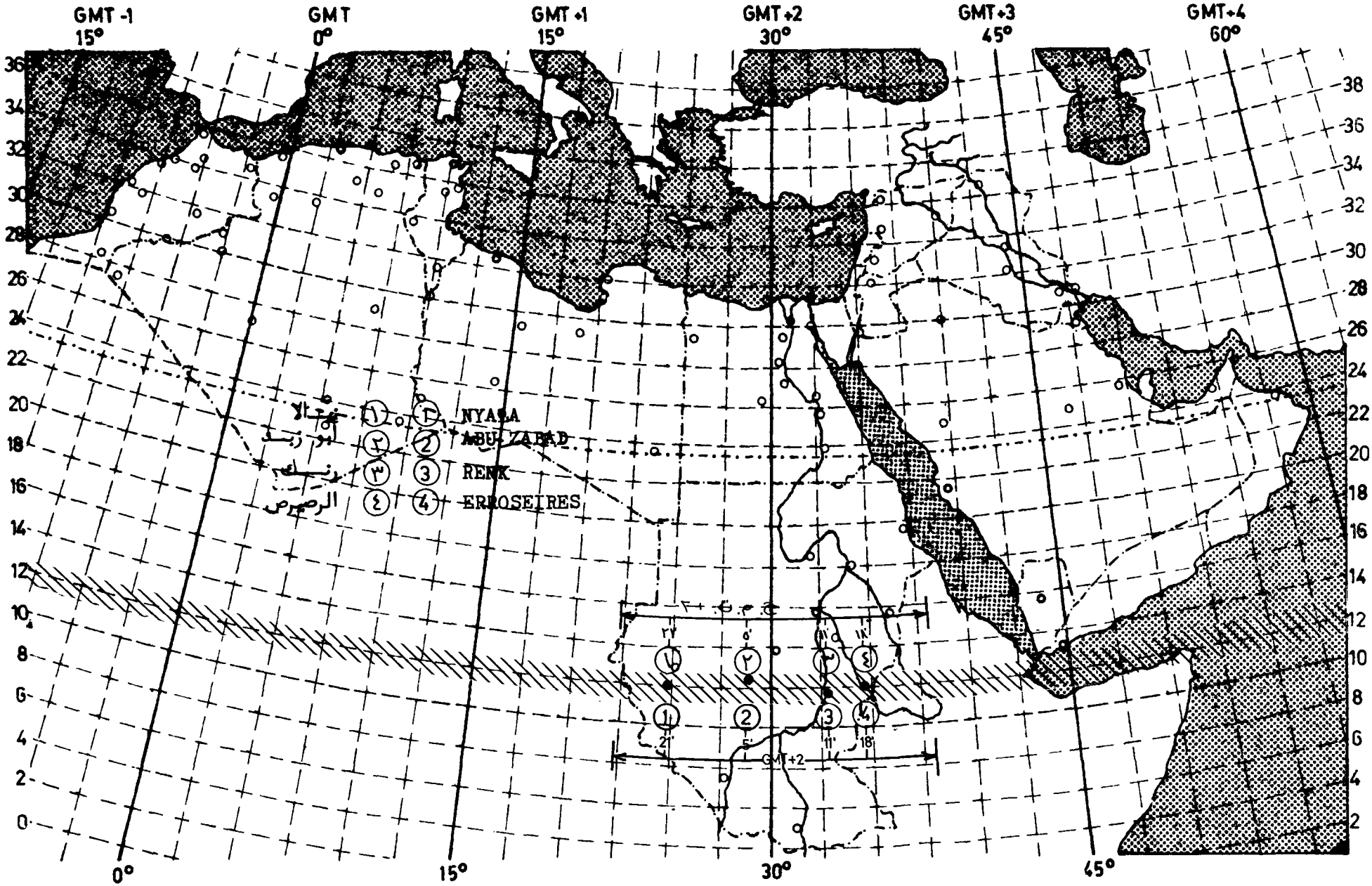
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	45°	76°	51°	17°	22 JUNE N. 00	٢٢ حزيران ٨° ش	٤٥°	٧٦°	٥١°	١٧°	×
AZ.	295°	0°	64°	68°			٢٩٥°	٠°	٦٤°	٦٨°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	67° ٦٧°	76° ٧٦°	70° ٧٠°	39° ٣٩°	88° ٨٨° / 76° ٧٦° / 58° ٥٨° / 23° ٢٣°	71° ٧١° / 79° ٧٩° / 51° ٥١° / 18° ١٨°	54° ٥٤°	84° ٨٤°	50° ٥٠°	17° ١٧°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	٢٥° 25° 90° 26° ٢٦° ١١°	٣° 3° 67° 48° ٤٨° ٤٤°	٢٠° 20° 45° 71° ٦٢° ٧١° ٧٧°	٤٢° 22° 42° 86° ٨٦° ٩٠° 90°	زاوية الظل الافقية						
VERTICAL SHADOW ANGLE	46° ٤٦°	90° ٩٠°	53° ٥٣°	17° ١٧°	45° ٤٥° / 84° ٨٤° / 61° ٦١° / 22° ٢٢°	46° ٤٦° / 79° ٧٩° / 76° ٧٦° / 37° ٣٧°	53° ٥٣°	76° ٧٦°	86° ٨٦°	90° ٩٠°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	٦٥° 65° 64° ٦٤° ٦٨°	٨٧° 87° 42° ٤٢° ٤٦° ٤٣°	٧٠° 70° 45° 23° ١٩° ٢٣°	٤٢° 47° 68° ٤٠° ٤٠°	زاوية الظل الافقية						

× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	36°	57°	41°	10°	10° N. 22. DEC.				٥١٠ ش ٢٢ كانون اول				°٣٦	°٥٧	°٤١	°١٠	×
AZ.	233°	180°	132°	116°									°٢٣٣	°١٨٠	°١٣٢	°١١٦	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	49° °٤٩	57° °٥٧	51° °٥١	21° °٢١	38° °٣٨	60° °٦٠	70° °٧٠	69° °٦٩	36° °٣٦	65° °٦٥	87° °٨٧	27° °٢٧	36° °٣٦	76° °٧٦	63° °٦٣	13° °١٣	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	N 37° 90° 42° 26° °٣٧ °٩٠ °٤٢ °٢٦	N 59° 68° 20° °٥٩ °٦٨ °٢٠	N 82° 45° 19° 3° °٨٢ °٤٥ °١٩ °٣	N 75° 22° 41° 25° °٧٥ °٢٢ °٤١ °٢٥	زاوية الظل الافقية												
VERTICAL SHADOW ANGLE	41° °٤١	90° °٩٠	48° °٤٨	11° °١١	54° °٥٤	76° °٧٦	42° °٤٢	10° °١٠	79° °٧٩	65° °٦٥	40° °٤٠	10° °١٠	69° °٦٩	60° °٦٠	42° °٤٢	12° °١٢	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	N 53° 64° 48° °٥٣ °٦٤ °٤٨	N 30° 86° 70° 22° °٣٠ °٨٦ °٧٠	N 8° 45° 87° 71° °٨ °٤٥ °٨٧ °٧١	N 15° 67° 64° 48° °١٥ °٦٧ °٦٤ °٤٨	زاوية الظل الافقية												


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
30°
45°
1 HOFRAT EN NAHAS
2 ABYEI
3 MELUT
4 KURMUK
GMT+2


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
30°
45°
NYALA
ABU ZABAD
RENK
ERROSEIRES
GMT+2

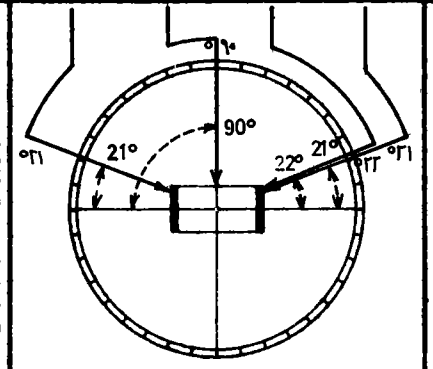
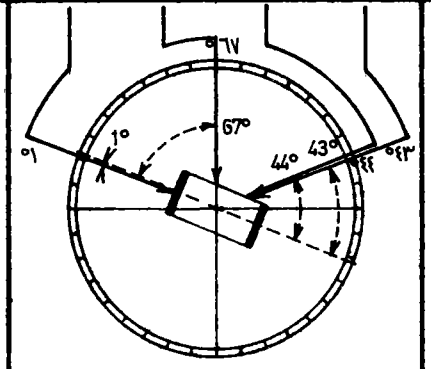
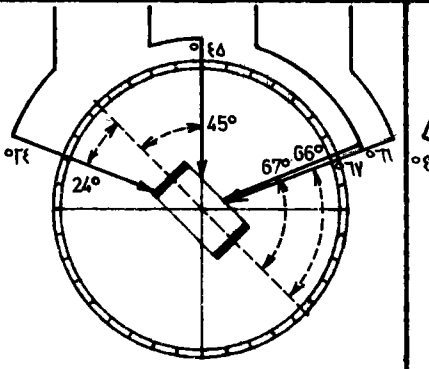
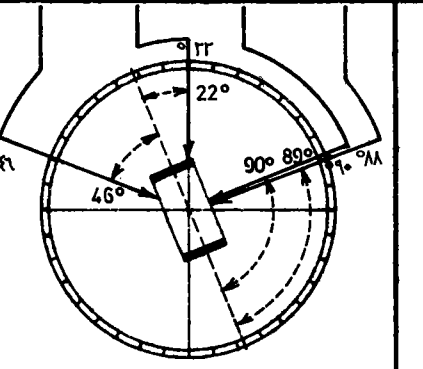
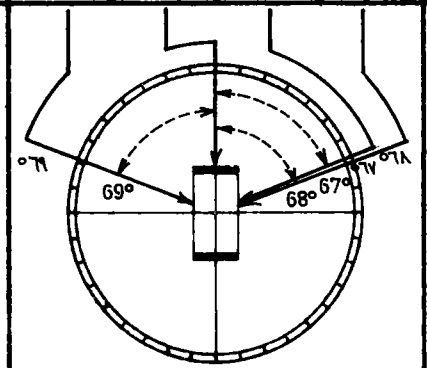
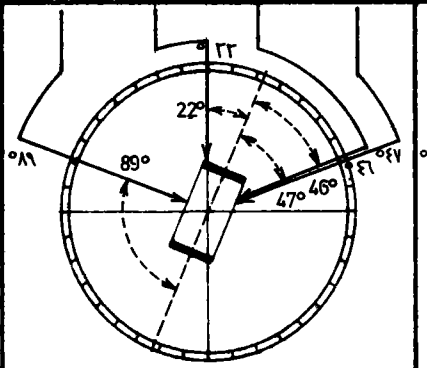
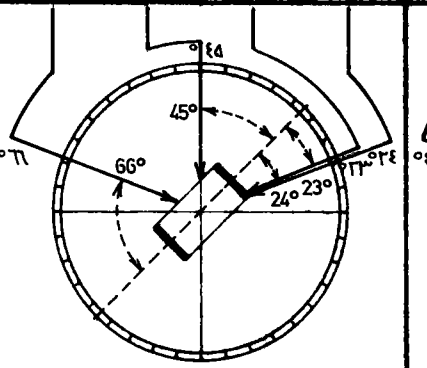
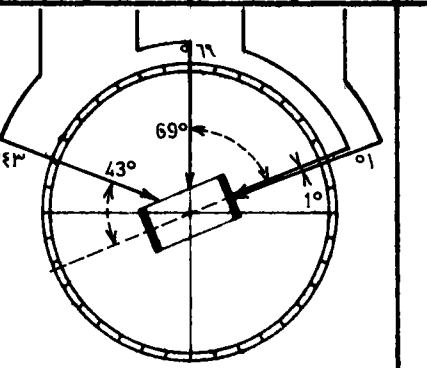
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	47°	82°	54°	19°	14th N. 22nd JUNE				١٤° ش ٢٢ حزيران				٤٧	٨٢	٥٤	٢٩	×
AZ.	289°	0°	70°	70°									٢٨٩°	٠	٧٠	٧٠	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	73° ٧٣°	82° ٨٢°	75° ٧٥°	45° ٤٥°	87° ٨٧°	81° ٨١°	63° ٦٣°	27° ٢٧°	68° ٦٨°	84° ٨٤°	56° ٥٦°	21° ٢١°	53° ٥٣°	86° ٨٦°	53° ٥٣°	19° ١٩°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	90° 19° 20° ٩٠° ١٩° ٢٠°				67° 3° 42° ٦٧° ٣° ٤٢°				45° 26° 65° ٤٥° ٢٦° ٦٥°				22° 48° 88° ٢٢° ٤٨° ٨٨°				زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	47° ٤٧°	90° ٩٠°	55° ٥٥°	20° ٢٠°	47° ٤٧°	86° ٨٦°	60° ٦٠°	25° ٢٥°	49° ٤٩°	84° ٨٤°	73° ٧٣°	39° ٣٩°	58° ٥٨°	81° ٨١°	88° ٨٨°	83° ٨٣°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	71° 70° ٧١° ٧٠°				87° 22° 47° ٨٧° ٢٢° ٤٧°				64° 45° 25° ٦٤° ٤٥° ٢٥°				41° 67° 2° ٤١° ٦٧° ٢°				زاوية الظل الافقية

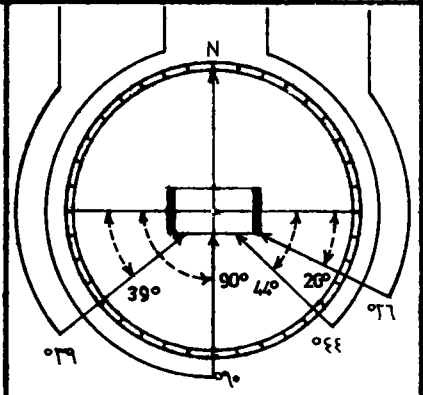
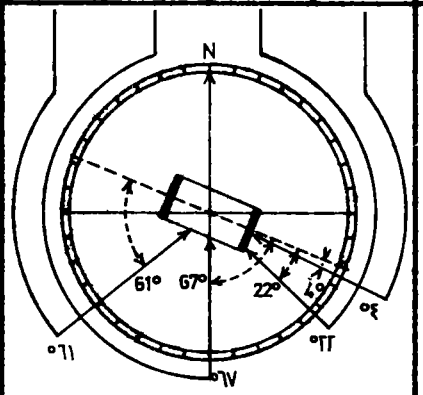
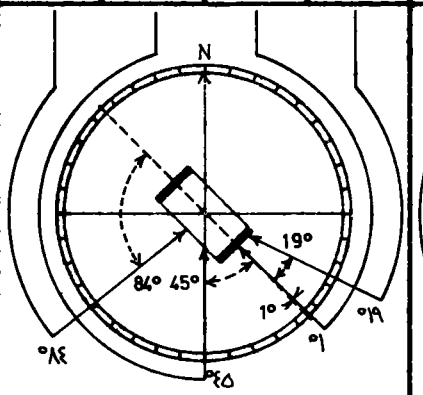
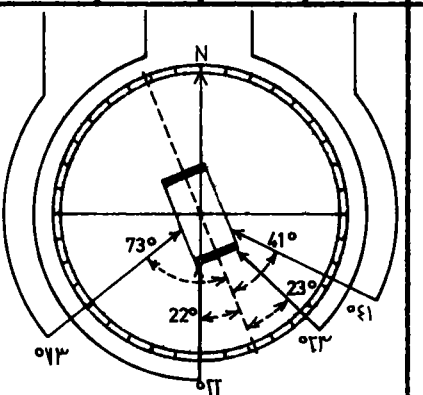
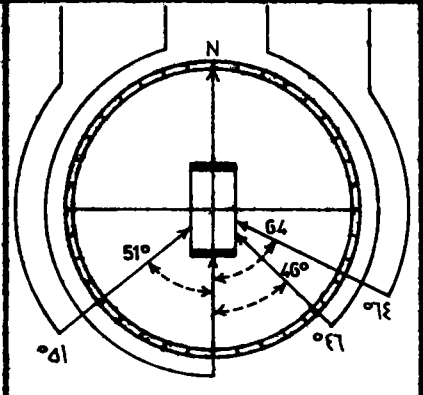
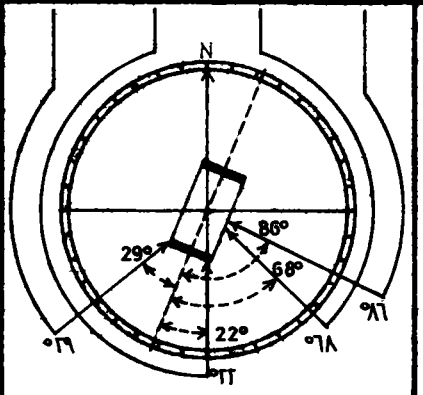
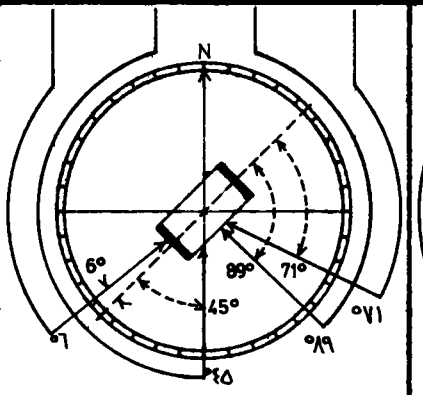
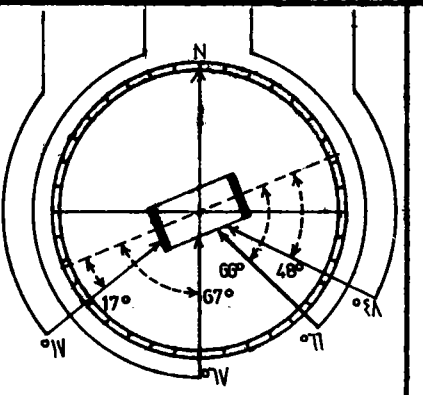
× زاوية ارتفاع الشمس

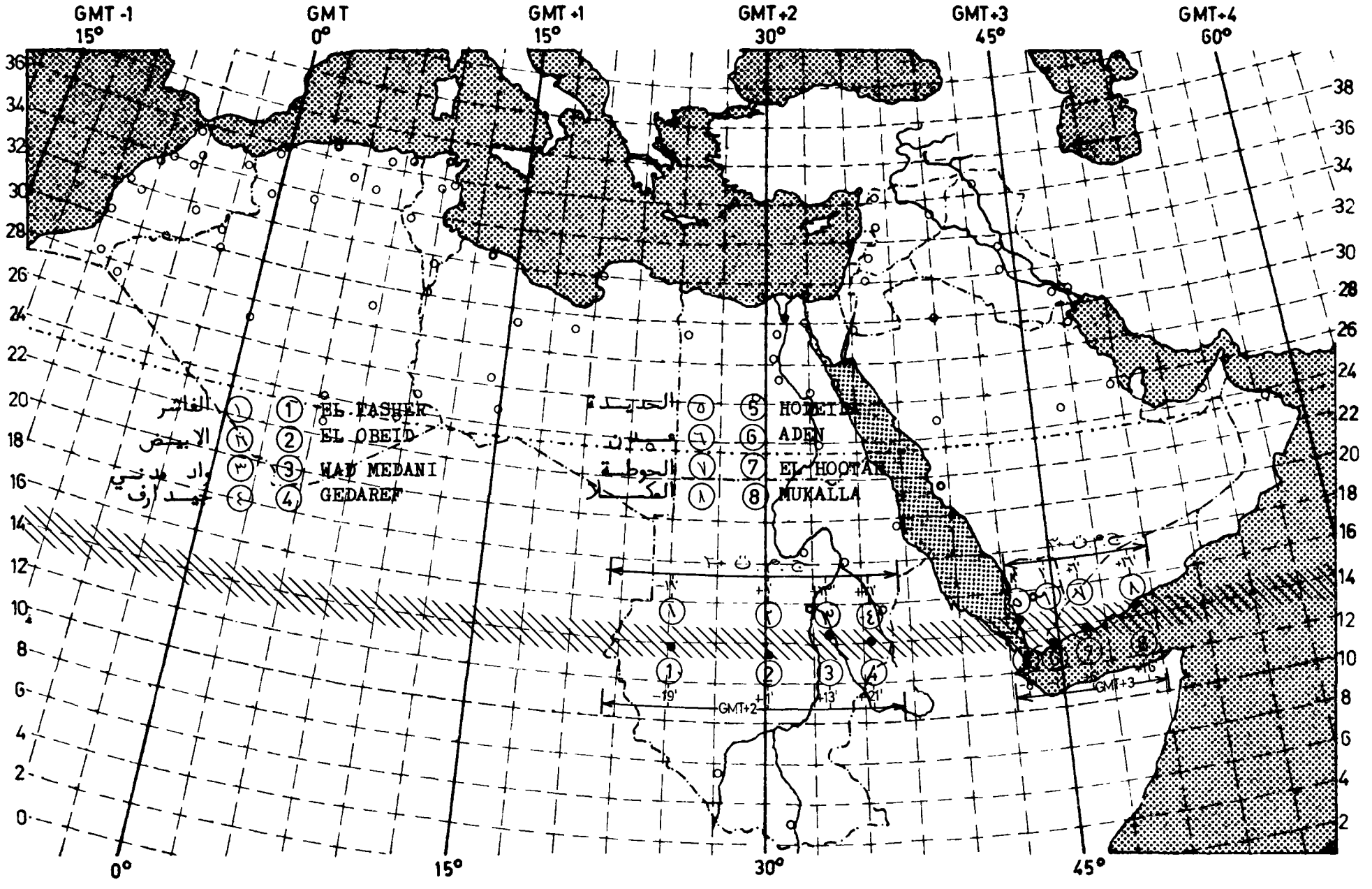
ALT.	35°	55°	39°	9°	12° N. 22. DEC.				١٢° ش ٢٢ كانون اول				°٣٥	°٥٥	°٣٩	°٩	×
AZ.	232°	180°	133°	116°									°٢٣٢	°١٨٠	°١٣٣	°١١٦	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	47° °٤٧	55° °٥٥	49° °٤٩	19° °١٩	37° °٣٧	58° °٥٨	68° °٦٨	64° °٦٤	35° °٣٥	64° °٦٤	89° °٨٩	25° °٢٥	35° °٣٥	75° °٧٥	63° °٦٣	12° °١٢	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	N 38° 90° 43° 26° °٣٨ °٩٠ °٤٣ °٢٦	N 60° 67° 21° 4° °٦٠ °٦٧ °٢١ °٤	N 83° 45° 19° 2° °٨٣ °٤٥ °١٩ °٢	N 74° 22° 41° 24° °٧٤ °٢٢ °٤١ °٢٤	زاوية الظل الافقية												
VERTICAL SHADOW ANGLE	41° °٤١	90° °٩٠	47° °٤٧	10° °١٠	53° °٥٣	75° °٧٥	41° °٤١	9° °٩	81° °٨١	64° °٦٤	39° °٣٩	9° °٩	67° °٦٧	58° °٥٨	41° °٤١	11° °١١	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 930	٧٠٠ 7⁰⁰	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	N 52° 64° 45° °٥٢ °٦٤ °٤٥	N 30° 86° 69° 22° °٣٠ °٨٦ °٦٩ °٢٢	N 7° 45° 88° 71° °٧ °٤٥ °٨٨ °٧١	N 16° 65° 67° 48° °١٦ °٦٥ °٦٧ °٤٨	زاوية الظل الافقية												

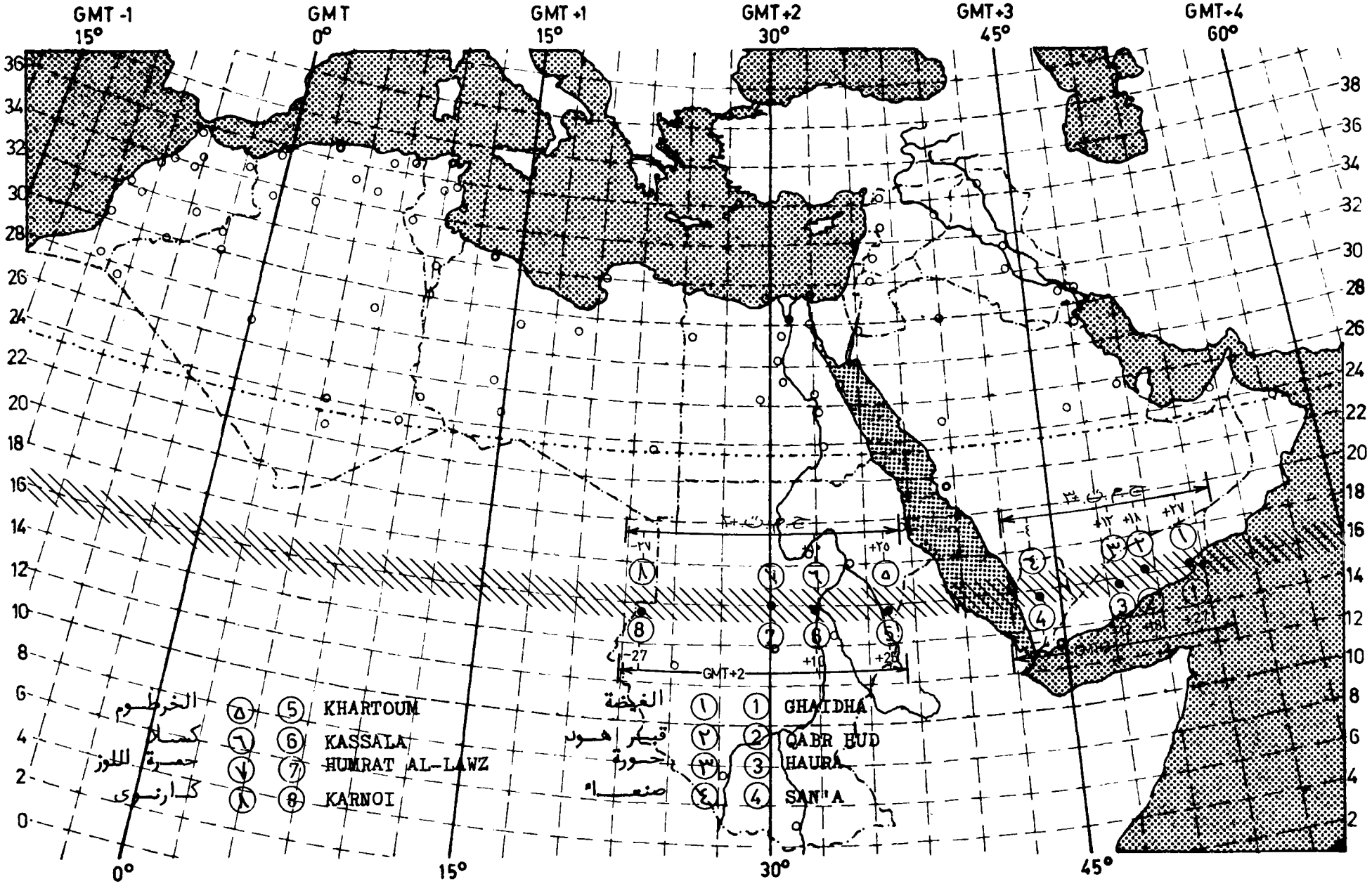
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	47°	80°	53°	19°	12° N. 22° JUNE				١٢° ش ٢٢ حزيران				٤٧°	٨٠°	٥٣°	١٩°	×
AZ.	291°	0°	68°	69°									٢٩١°	٠°	٦٨°	٦٩°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	71° ٧١°	80° ٨٠°	74° ٧٤°	43° ٤٣°	88° ٨٨°	79° ٧٩°	61° ٦١°	26° ٢٦°	69° ٦٩°	82° ٨٢°	54° ٥٤°	20° ٢٠°	54° ٥٤°	86° ٨٦°	52° ٥٢°	18° ١٨°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	47° ٤٧°	90° ٩٠°	54° ٥٤°	19° ١٩°	47° ٤٧°	86° ٨٦°	61° ٦١°	24° ٢٤°	48° ٤٨°	82° ٨٢°	74° ٧٤°	38° ٣٨°	57° ٥٧°	79° ٧٩°	90° ٩٠°	85° ٨٥°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

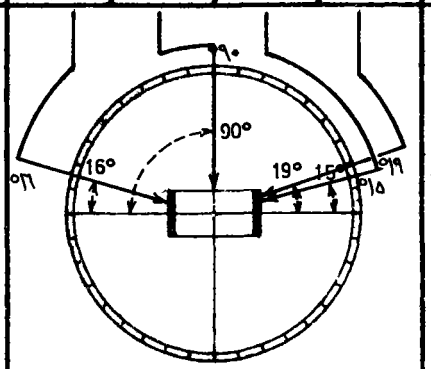
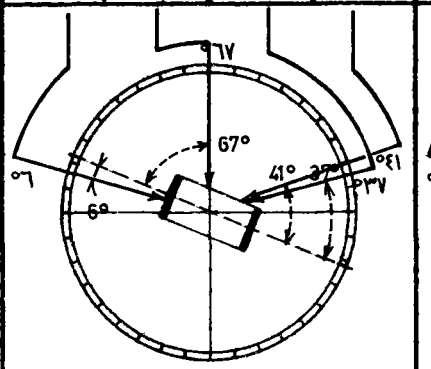
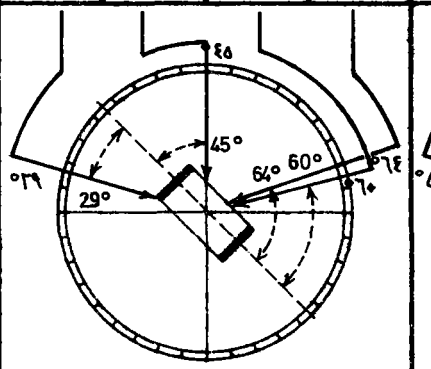
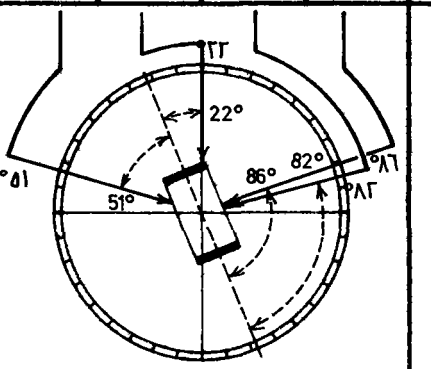
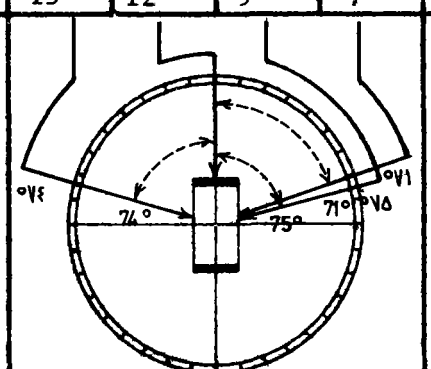
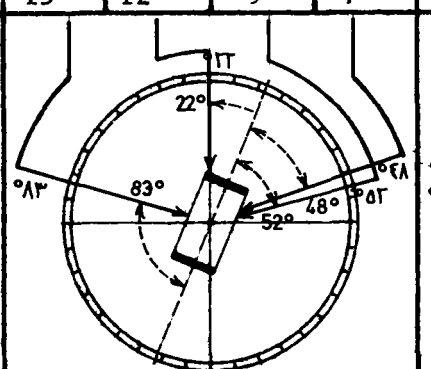
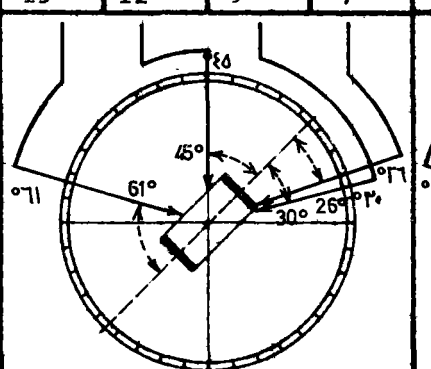
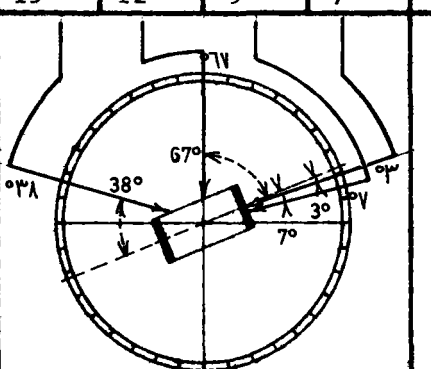
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	33°	53°	38°	8°	14° N. 22. DEC.	١٤° ش ٢٢ كانون اول	٣٣°	٥٣°	٣٨°	٨°	×
AZ.	231°	180°	134°	116°			٢٣١°	١٨٠°	١٣٤°	١١٦°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	45° ٤٥°	53° ٥٣°	47° ٤٧°	17° ١٧°	36° ٣٦°	56° ٥٦°	65° ٦٥°	60° ٦٠°	33° ٣٣°	62° ٦٢°	90° ٩٠°	22° ٢٢°	33° ٣٣°	74° ٧٤°	62° ٦٢°	11° ١١°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	40° ٤٠°	90° ٩٠°	46° ٤٦°	9° ٩°	53° ٥٣°	74° ٧٤°	39° ٣٩°	8° ٨°	82° ٨٢°	62° ٦٢°	37° ٣٧°	8° ٨°	64° ٦٤°	56° ٥٦°	39° ٣٩°	10° ١٠°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية

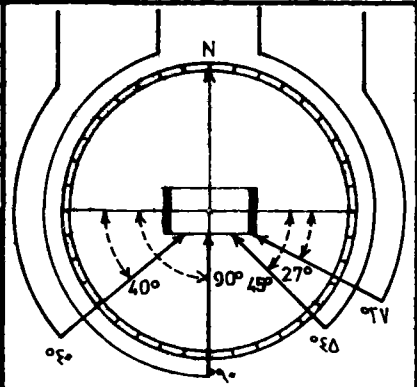
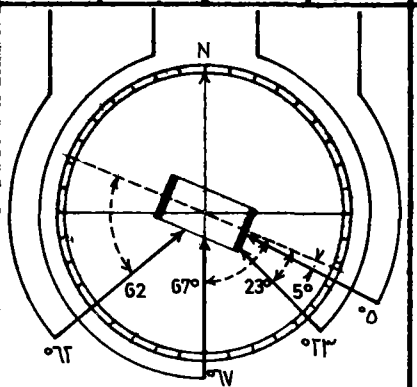
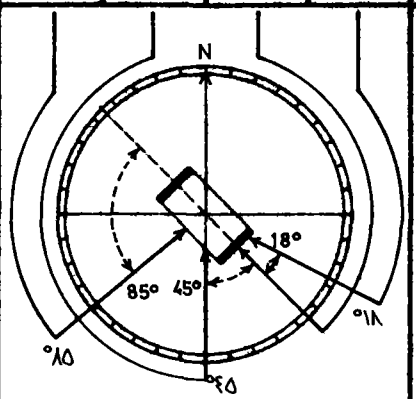
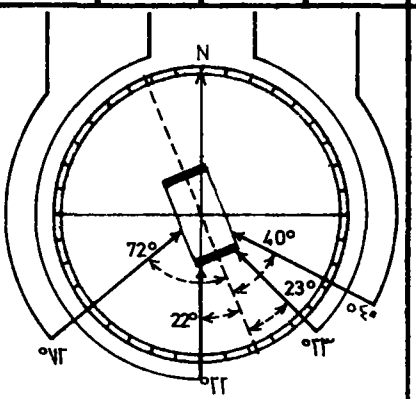
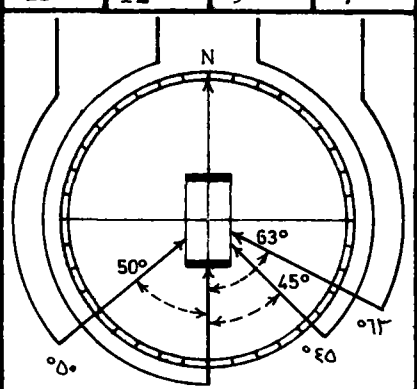
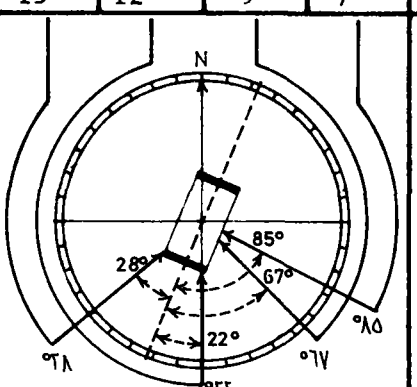
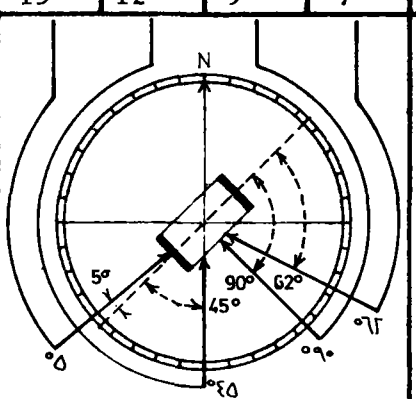
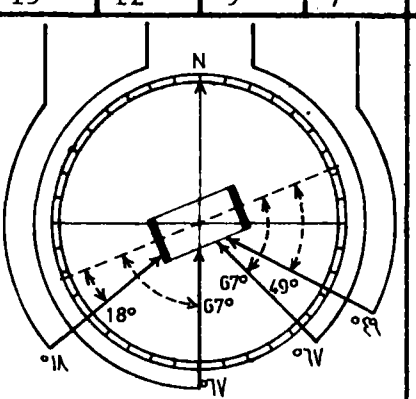

GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
30°
45°
1 EL FASHER
2 EL OBEID
3 WAD MEDANI
4 GEDARET
5 HODEIDA
6 ADEN
7 EL HOOTAH
8 MUKALLA
GMT+2
GMT+3


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
30°
45°
GMT+2
الغيضة
قبر هود
حورة
صنعاء
الخرطوم
كسلا
حمرة للوز
كارنوى
1 GHAIDHA
2 QABR HUD
3 HAURA
4 SAN'A
5 KHARTOUM
6 KASSALA
7 HUMRAT AL-LAWZ
8 KARNOI

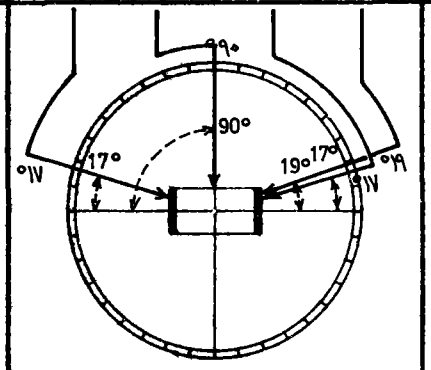
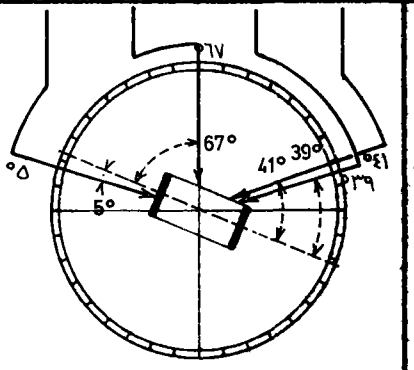
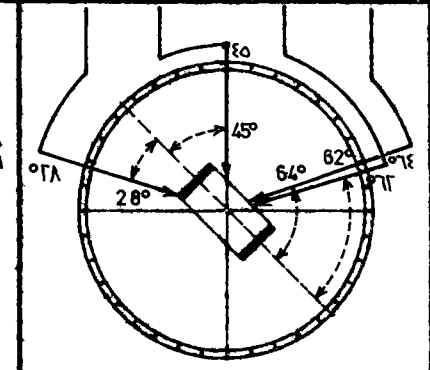
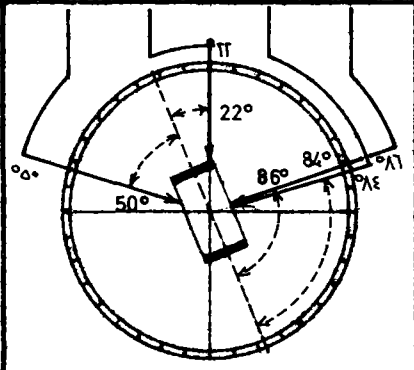
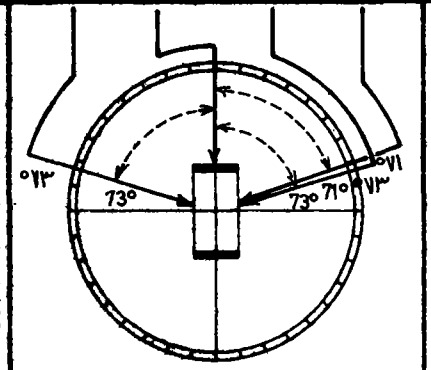
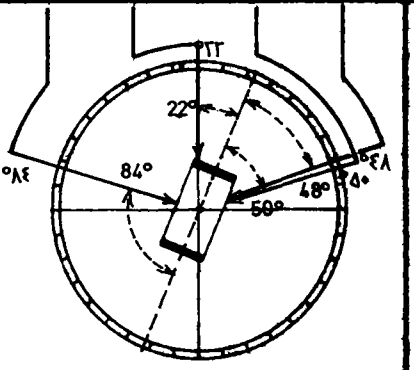
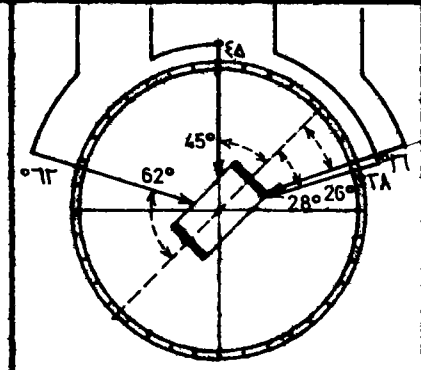
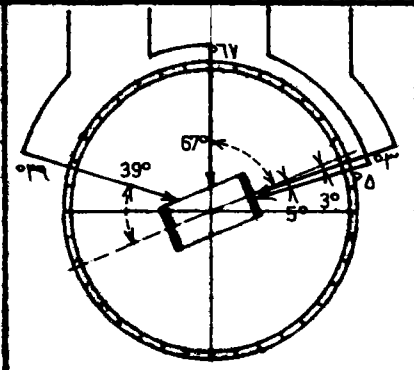
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	48°	86°	55°	21°	18° N. 22nd JUNE				١٨° ش ٢٢ حزيران				٤٨°	٨٦°	٥٥°	٢١°	×
AZ.	286°	0°	75°	71°									٢٨٦°	٠°	٧٥°	٧١°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	76° ٧٦°	86° ٨٦°	78° ٧٨°	49° ٤٩°	83° ٨٣°	85° ٨٥°	67° ٦٧°	30° ٣٠°	66° ٦٦°	86° ٨٦°	59° ٥٩°	23° ٢٣°	53° ٥٣°	88° ٨٨°	55° ٥٥°	21° ٢١°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	48° ٤٨°	90° ٩٠°	55° ٥٥°	22° ٢٢°	49° ٤٩°	88° ٨٨°	60° ٦٠°	26° ٢٦°	51° ٥١°	86° ٨٦°	71° ٧١°	40° ٤٠°	61° ٦١°	85° ٨٥°	85° ٨٥°	81° ٨١°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

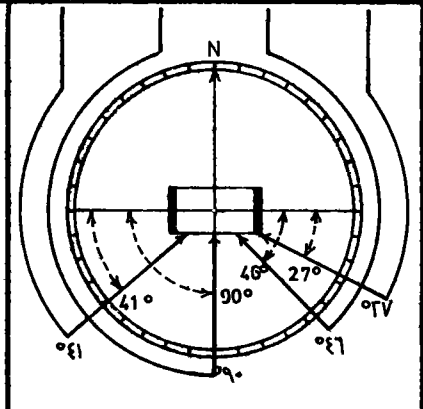
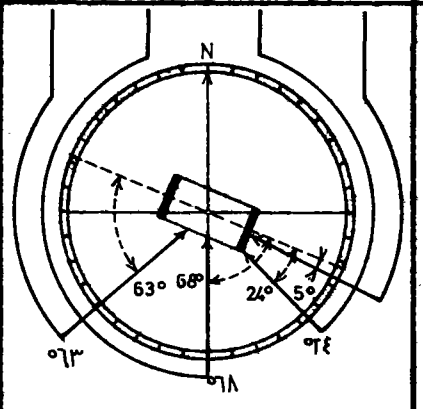
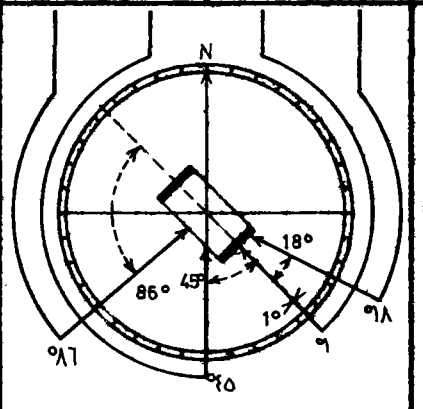
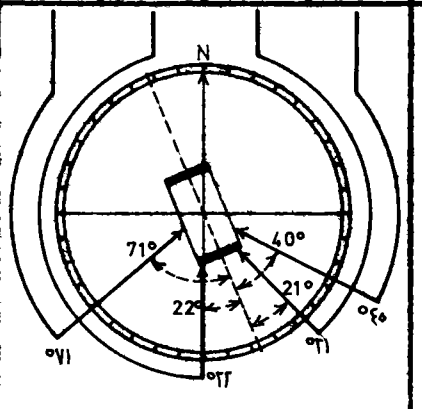
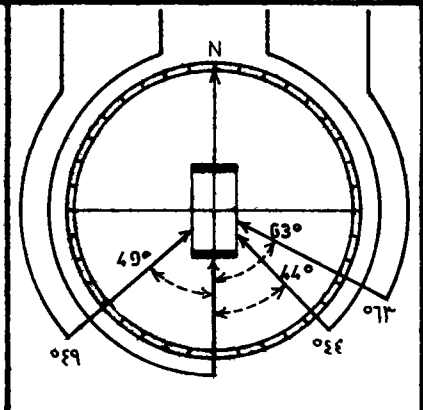
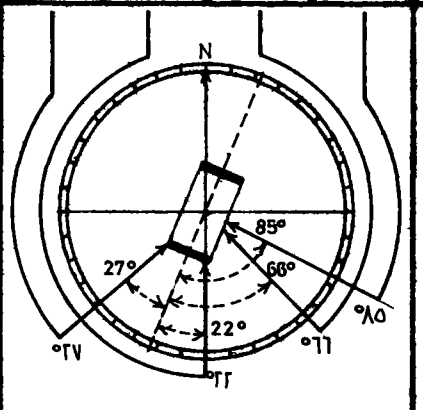
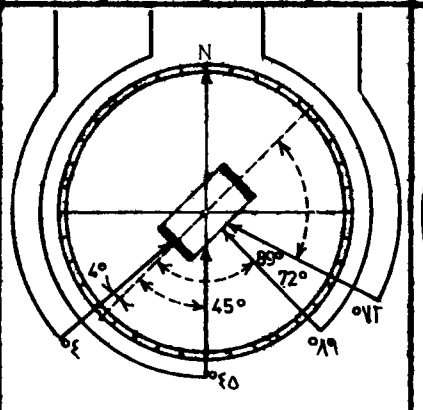
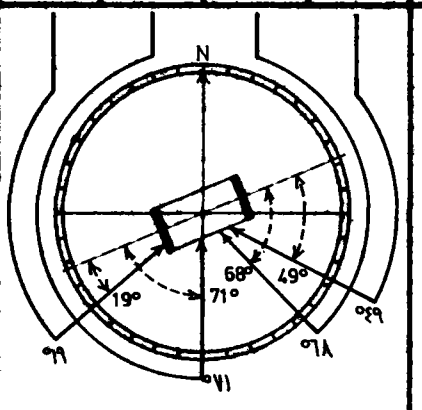
× زاوية ارتفاع الشمس

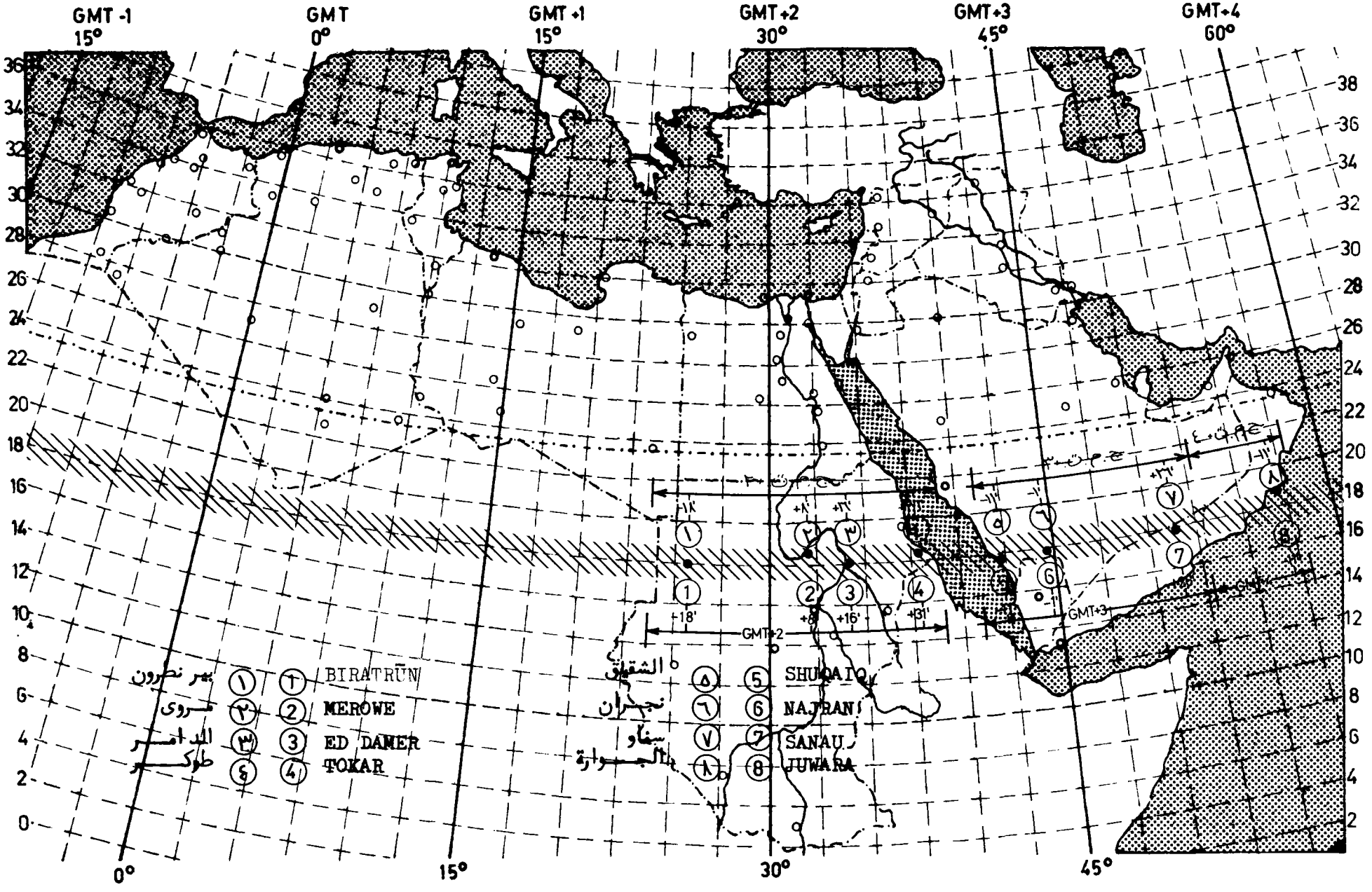
ALT.	32°	51°	36°	8°	16th N. 22nd DEC.				٥١٦ ش ٢٢ كانون اول				°٣٢	°٥١	°٣٦	°٨	×
AZ.	230°	180°	135°	117°									°٢٣٠	°١٨٠	°١٣٥	°١١٧	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	43° °٤٣	51° °٥١	45° °٤٥	15° °١٥	35° °٣٥	54° °٥٤	62° °٦٢	57° °٥٧	32° °٣٢	60° °٦٠	90° °٩٠	19° °١٩	32° °٣٢	73° °٧٣	62° °٦٢	10° °١٠	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	39° °٣٩	90° °٩٠	45° °٤٥	8° °٨	52° °٥٢	73° °٧٣	38° °٣٨	8° °٨	83° °٨٣	60° °٦٠	36° °٣٦	8° °٨	62° °٦٢	54° °٥٤	38° °٣٨	9° °٩	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

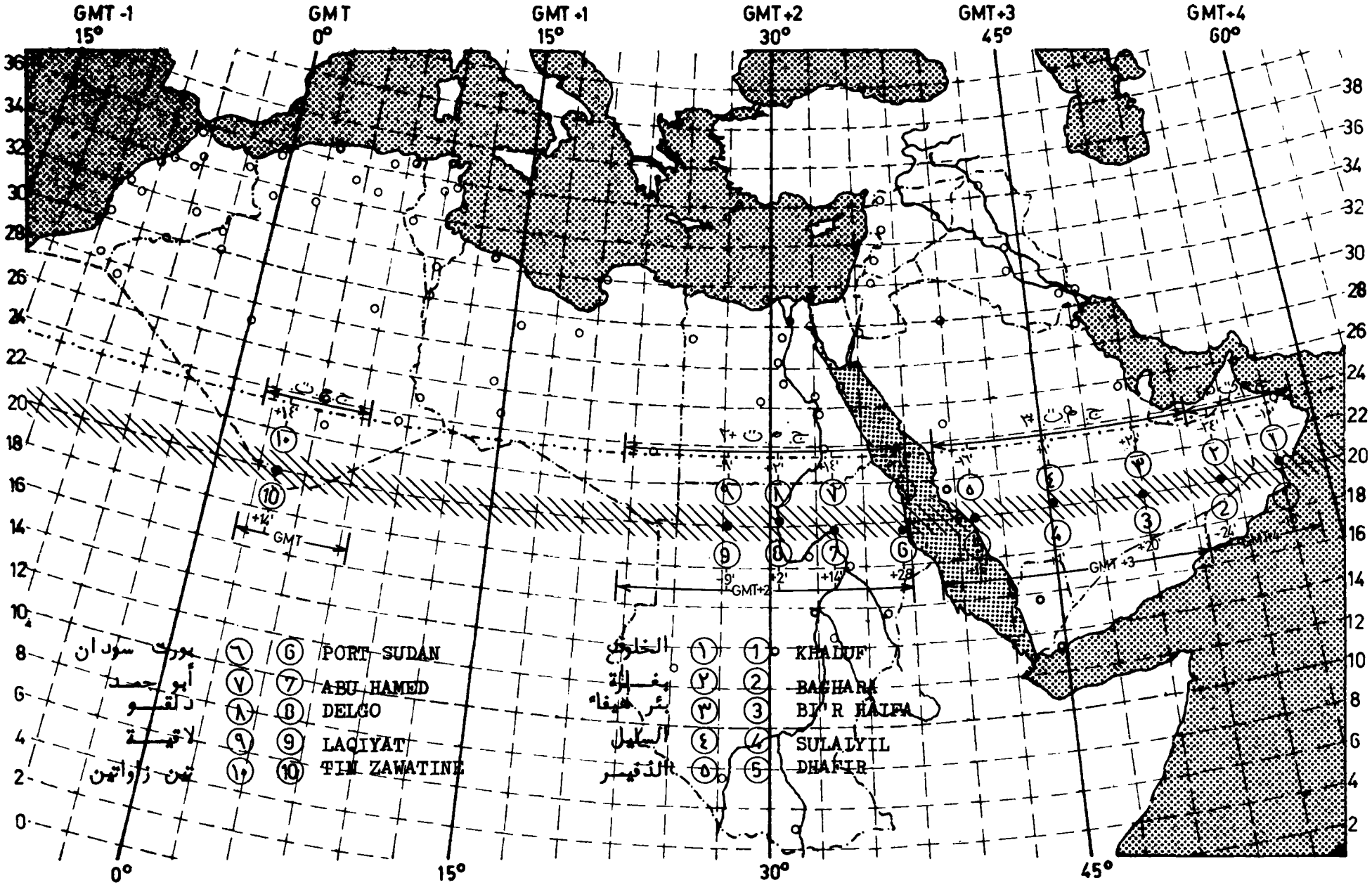
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	48°	84°	54°	20°	16°N. 22. JUNE				١٦° ش ٢٢ حزيران				٤٨	٨٤	٥٤	٢٠	×
AZ.	287°	0°	73°	71°									٢٨٧	٠	٧٣	٧١	البسمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	74° ٧٤°	84° ٨٤°	77° ٧٧°	47° ٤٧°	85° ٨٥°	83° ٨٣°	65° ٦٥°	29° ٢٩°	67° ٦٧°	85° ٨٥°	57° ٥٧°	22° ٢٢°	53° ٥٣°	87° ٨٧°	54° ٥٤°	20° ٢٠°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	48° ٤٨°	90° ٩٠°	55° ٥٥°	21° ٢١°	48° ٤٨°	87° ٨٧°	60° ٦٠°	26° ٢٦°	50° ٥٠°	85° ٨٥°	72° ٧٢°	40° ٤٠°	59° ٥٩°	83° ٨٣°	87° ٨٧°	81° ٨١°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

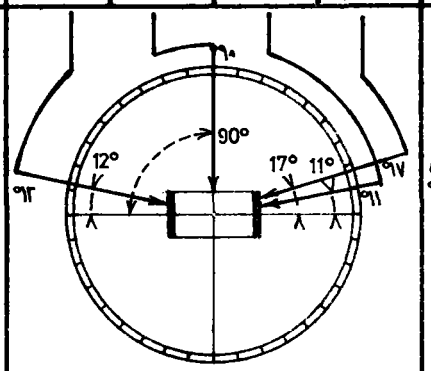
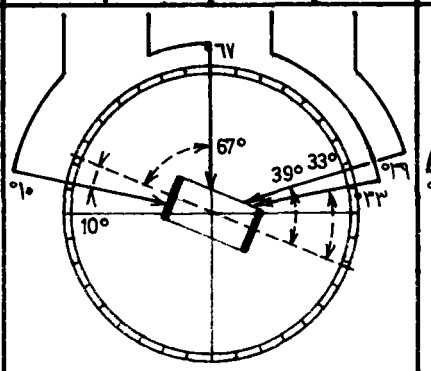
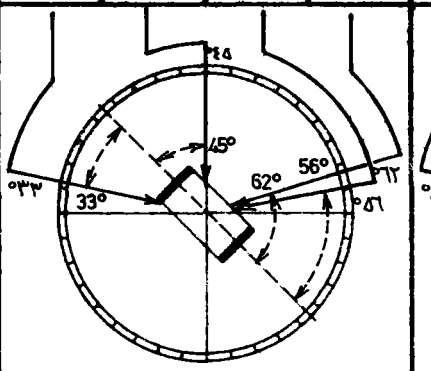
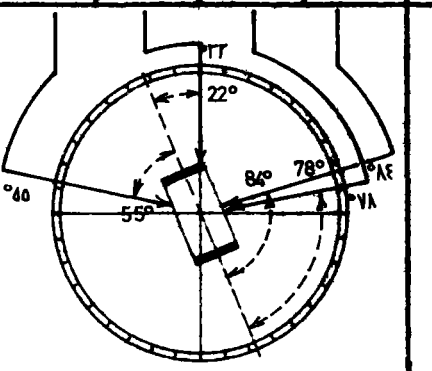
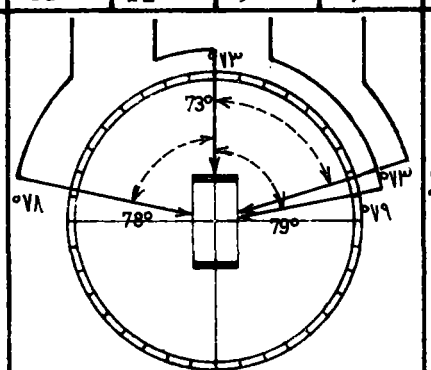
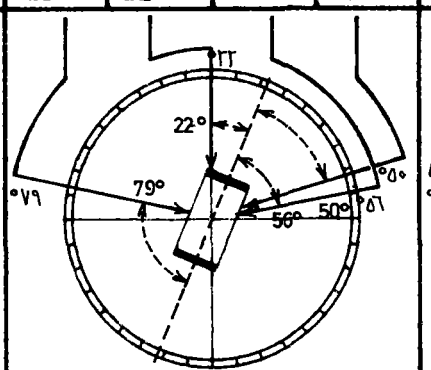
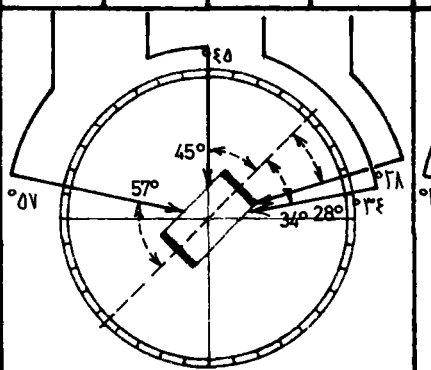
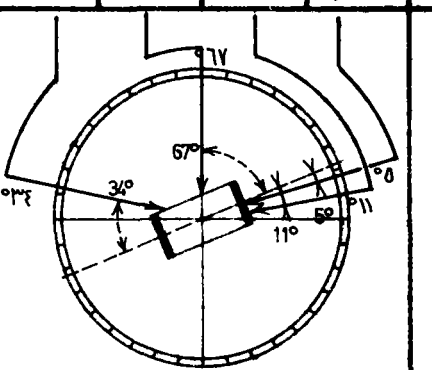
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	31°	49°	35°	7°	18° N. 22. DEC.	١٨° ش ٢٢ كانون اول			٣١°	٤٩°	٣٥°	٧°	×
AZ.	229°	180°	136°	117°					٢٢٩°	١٨٠°	١٣٦°	١١٧°	البسمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	41° ٤١°	49° ٤٩°	43° ٤٣°	13° ١٣°	34° ٣٤°	52° ٥٢°	59° ٥٩°	52° ٥٢°	31° ٣١°	58° ٥٨°	88° ٨٨°	16° ٩٦	31° ٣١°	72° ٧٢°	62° ٦٢°	9° ٩°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	38° ٣٨°	90° ٩٠°	44° ٤٤°	7° ٧°	52° ٥٢°	72° ٧٢°	37° ٣٧°	7° ٧°	84° ٨٤°	58° ٥٨°	35° ٣٥°	7° ٧°	60° ٦٠°	52° ٥٢°	37° ٣٧°	8° ٨°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

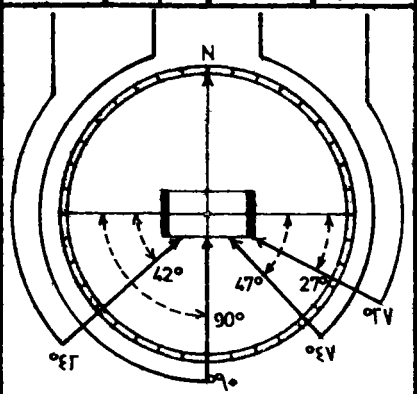
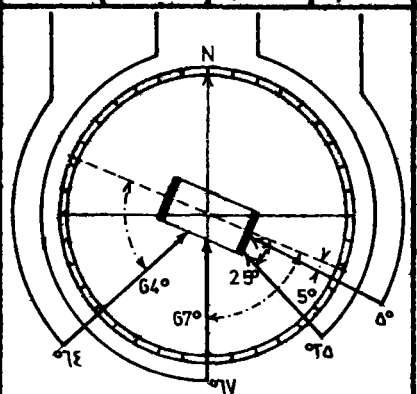
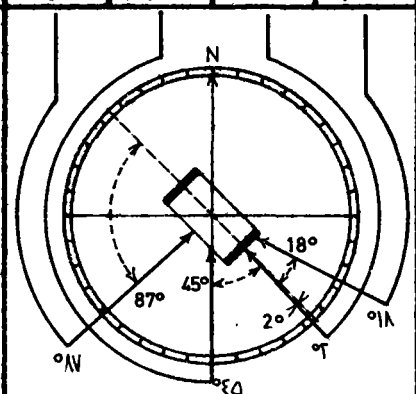
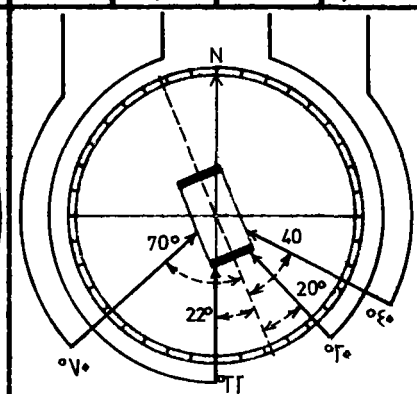
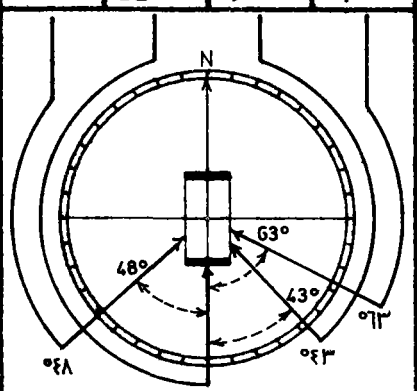
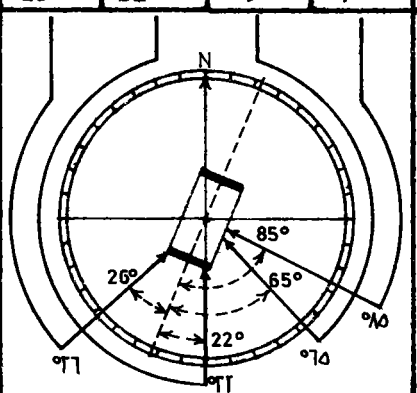
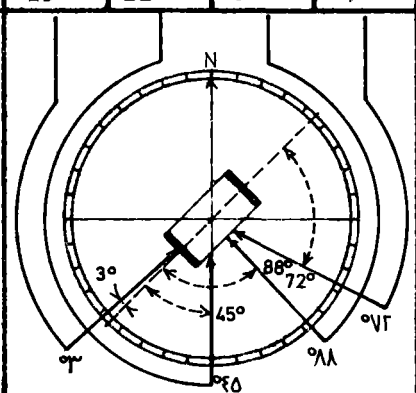
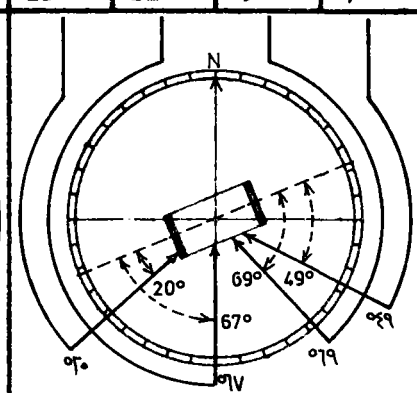

GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
30°
45°
BIRATRUN
MEROWE
ED DAMER
TOKAR
SHUQAIQ
NAJRAN
SANAU
JUWARA
GMT+2
GMT+3
+18'
+16'
+31'


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
30°
45°
GMT
GMT+2
GMT +3
GMT+4
PORT SUDAN
ABU HAMED
DELGO
LAQIYAT
TIN ZAWATINE
KHAOUF
BAGHARA
BI'R HAIFA
SULALYIL
DHAFIR

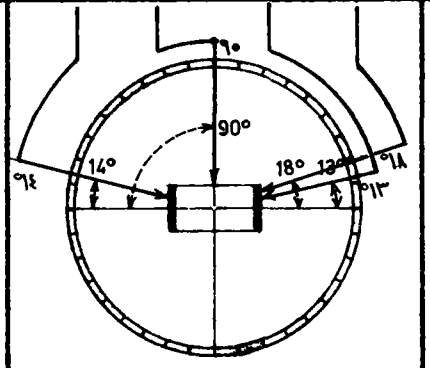
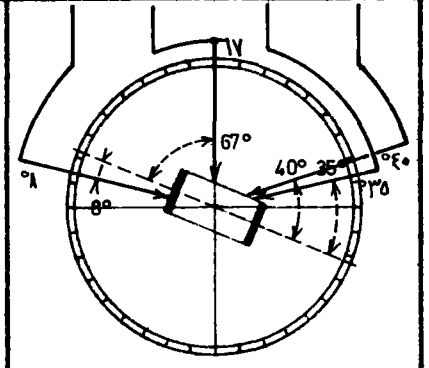
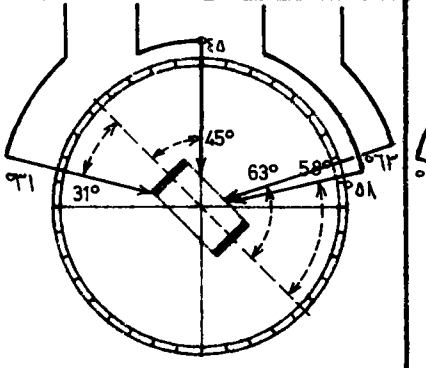
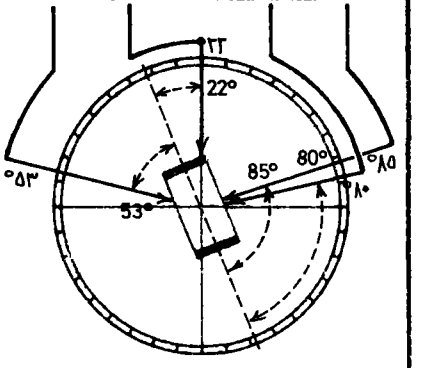
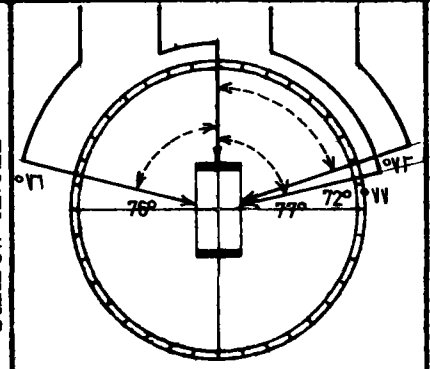
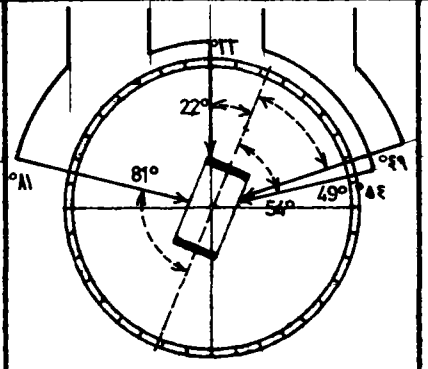
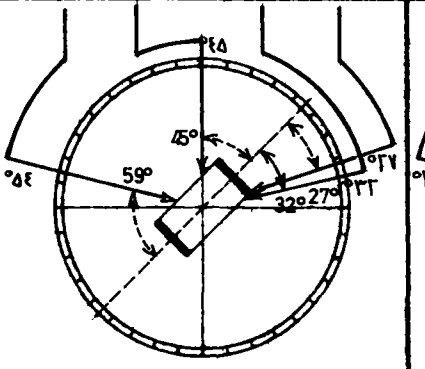
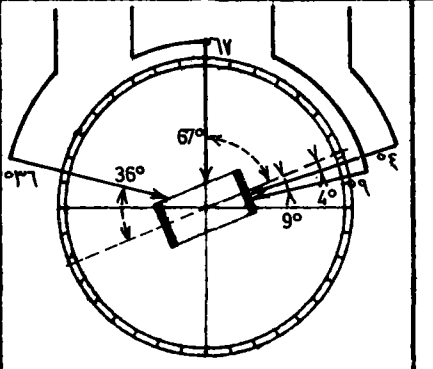
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	49°	88°	57°	23°	22° N. 22° JUNE				٢٢° ش ٢٢ حزيران				٤٩°	٨٨°	٥٧°	٢٣°	×
AZ.	282°	0°	79°	73°									٢٨٢°	٠°	٧٩°	٧٣°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	80° ٨٠°	88° ٨٨°	82° ٨٢°	53° ٥٣°	80° ٨٠°	88° ٨٨°	70° ٧٠°	33° ٣٣°	64° ٦٤°	89° ٨٩°	61° ٦١°	25° ٢٥°	53° ٥٣°	89° ٨٩°	57° ٥٧°	23° ٢٣°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	48° ٤٨°	90° ٩٠°	56° ٥٦°	23° ٢٣°	49° ٤٩°	89° ٨٩°	60° ٦٠°	27° ٢٧°	53° ٥٣°	89° ٨٩°	69° ٦٩°	41° ٤١°	64° ٦٤°	88° ٨٨°	82° ٨٢°	79° ٧٩°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

× زاوية ارتفاع الشمس

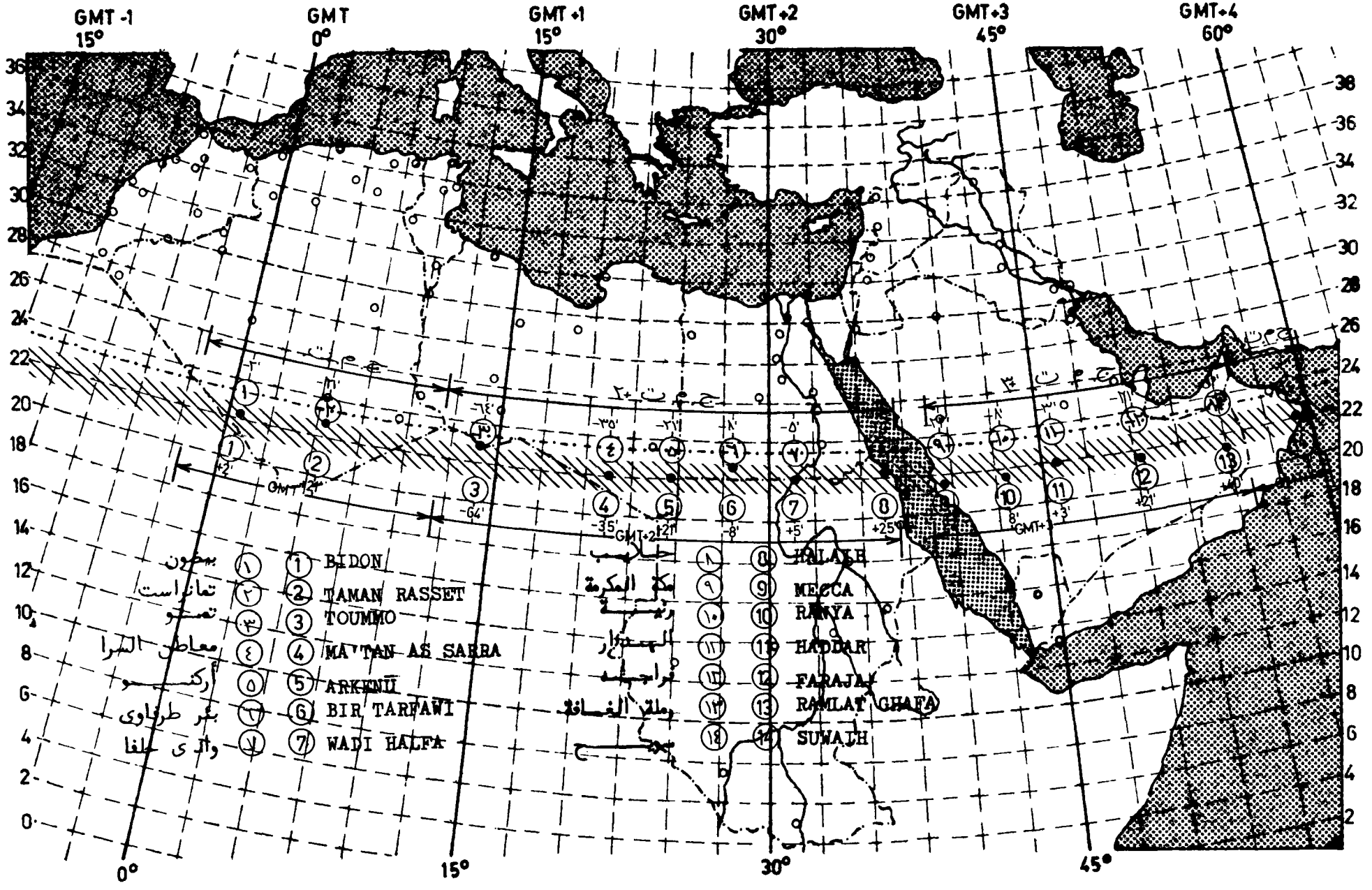
ALT.	29°	47°	33°	6°	20°N. 22 DEC.				٢٠° ش ٢٢ كانون اول				٢٩°	٤٧°	٣٣°	٦°	×
AZ.	228°	180°	137°	117°									٢٢٨°	١٨٠°	١٣٧°	١١٧°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	39° ٣٩	47° ٤٧	41° ٤١	11° ١١	32° ٣٢	50° ٥٠	56° ٥٦	47° ٤٧	30° ٣٠	56° ٥٦	86° ٨٦	14° ١٤	30° ٣٠	71° ٧١	62° ٦٢	8° ٨	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	37° ٣٧	90° ٩٠	43° ٤٣	6° ٦°	51° ٥١	71° ٧١	36° ٣٦	6° ٦°	85° ٨٥	56° ٥٦	34° ٣٤	6° ٦°	58° ٥٨	50° ٥٠	36° ٣٦	7° ٧°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

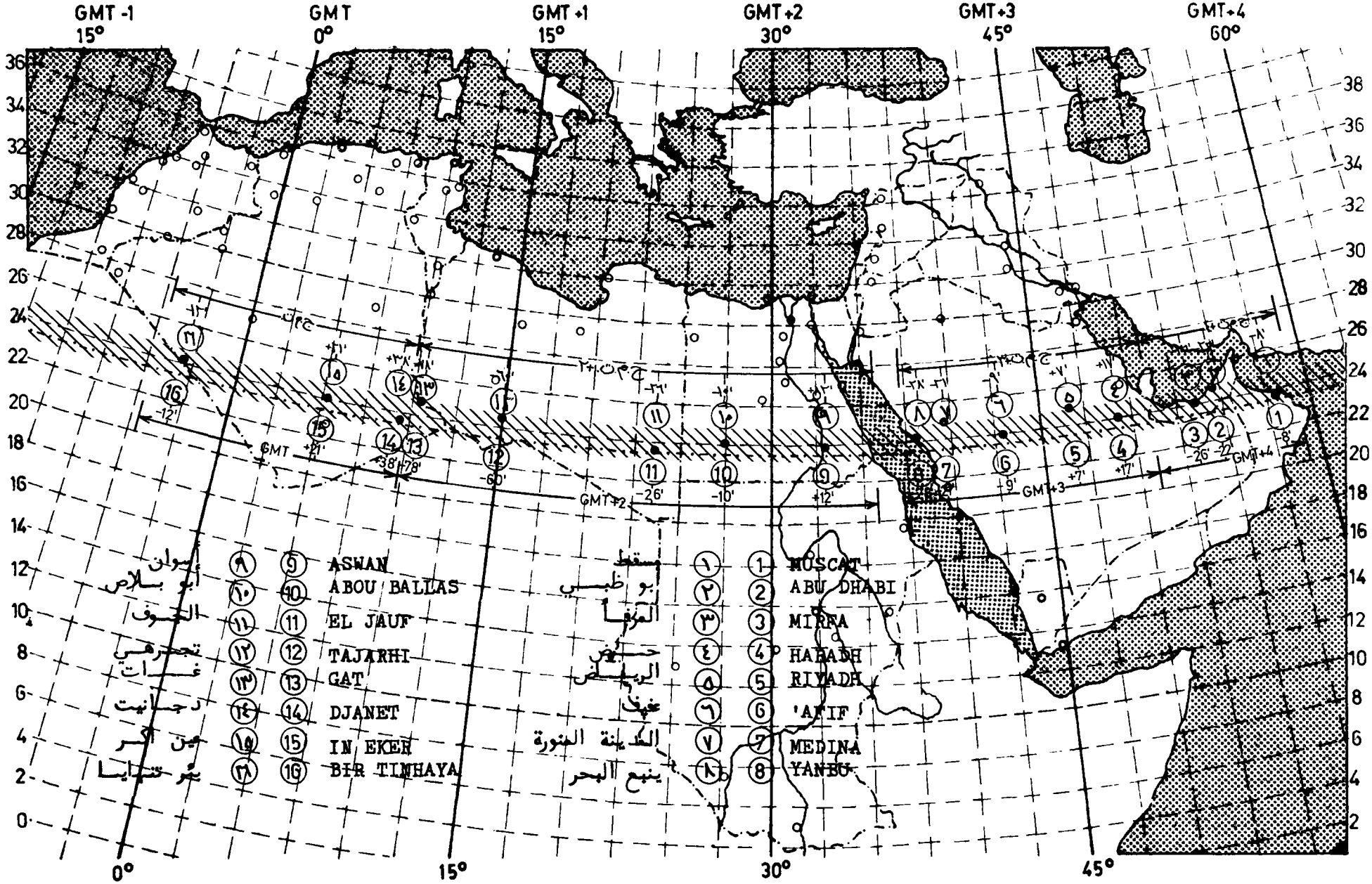
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	49°	87°	56°	22°	20° N. 22 JUNE	٢٠° ش ٢٢ حزيران	°٤٩	°٨٧	°٥٦	°٢٢	×
AZ.	284°	0°	77°	72°			°٢٨٤	°٠	°٧٧	°٧٢	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	78° °٧٨	87° °٨٧	80° °٨٠	51° °٥١	82° °٨٢ / 87° °٨٧ / 69° °٦٩ / 32° °٣٢	65° °٦٥ / 87° °٨٧ / 60° °٦٠ / 24° °٢٤	53° °٥٣	88° °٨٨	56° °٥٦	22° °٢٢	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ / 1500	١٢٠٠ / 1200	٩٣٠ / 930	٧٠٠ / 700	١٥٠٠ / 1500 — ١٢٠٠ / 1200 — ٩٣٠ / 930 — ٧٠٠ / 700	١٥٠٠ / 1500 — ١٢٠٠ / 1200 — ٩٣٠ / 930 — ٧٠٠ / 700	١٥٠٠ / 1500	١٢٠٠ / 1200	٩٣٠ / 930	٧٠٠ / 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE											زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	48° °٤٨	90° °٩٠	56° °٥٦	23° °٢٣	49° °٤٩ / 88° °٨٨ / 60° °٦٠ / 27° °٢٧	52° °٥٢ / 87° °٨٧ / 70° °٧٠ / 41° °٤١	63° °٦٣	87° °٨٧	83° °٨٣	80° °٨٠	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ / 1500	١٢٠٠ / 1200	٩٣٠ / 930	٧٠٠ / 700	١٥٠٠ / 1500 — ١٢٠٠ / 1200 — ٩٣٠ / 930 — ٧٠٠ / 700	١٥٠٠ / 1500 — ١٢٠٠ / 1200 — ٩٣٠ / 930 — ٧٠٠ / 700	١٥٠٠ / 1500	١٢٠٠ / 1200	٩٣٠ / 930	٧٠٠ / 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE											زاوية الظل الافقية

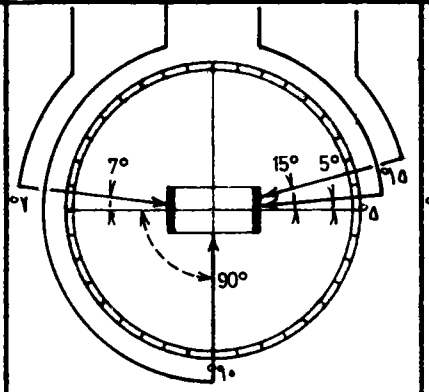
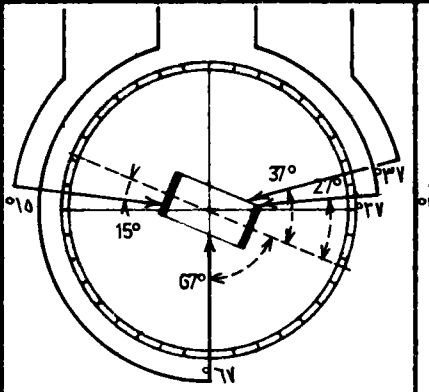
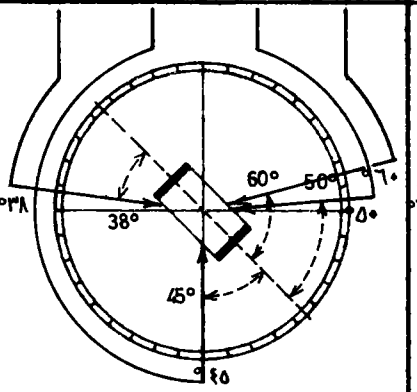
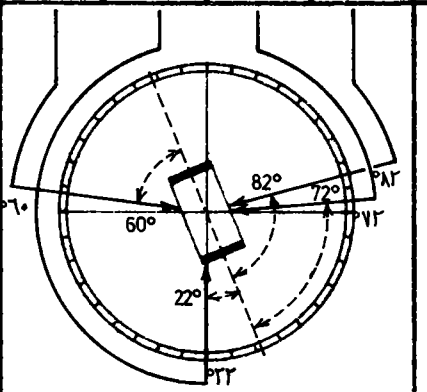
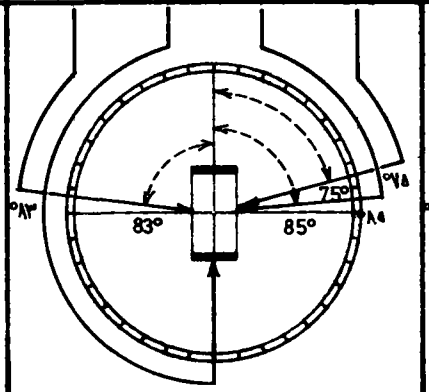
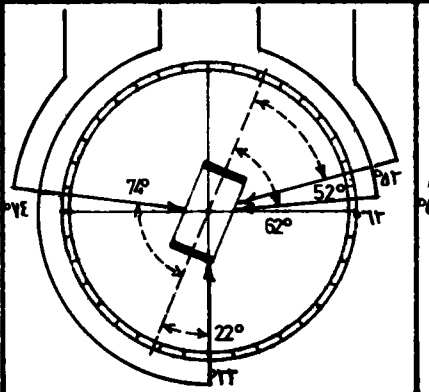
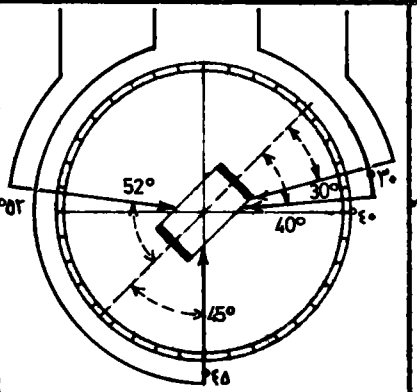
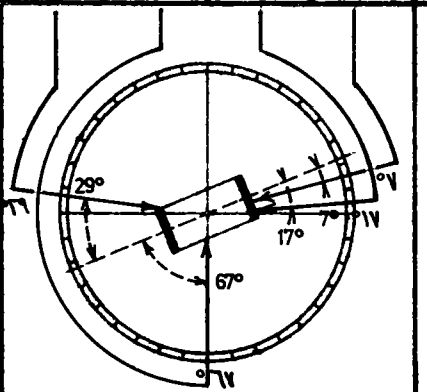
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	28°	45°	32°	5°	٢٢° DEC. ٢٢° N.				٢٢° ش ٢٢ كانون اول				°٢٨	°٤٥	°٣٢	°٥	×
AZ.	227°	180°	138°	117°									°٢٢٧	°١٨٠	°١٣٨	°١١٧	البسمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	37° °٣٧	45° °٤٥	39° °٣٩	9° °٩	30° °٣٠	48° °٤٨	53° °٥٣	40° °٤٠	28° °٢٨	54° °٥٤	84° °٨٤	12° °١٢	29° °٢٩	70° °٧٠	62° °٦٢	7° °٧	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	N 43° 90° 48° 27° °٤٣ °٩٠ °٤٨ °٢٧	N 65° 67° 26 5° °٦٥ °٧٦ °٧٧ °٥	N 88° 45° 18° 3° °٨٨ °٤٥ °٣ °٩٨	N 69° 40° 22° 19° °٦٩ °٢١ °١٩ °٤٠	زاوية الظل الافقية												
VERTICAL SHADOW ANGLE	36° °٣٦	90° °٩٠	42° °٤٢	5° °٥	51° °٥١	70° °٧٠	34° °٣٤	5° °٥	87° °٨٧	54° °٥٤	32° °٣٢	6° °٦	55° °٥٥	48° °٤٨	34° °٣٤	6° °٦	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	N 47° 63° 42° °٤٧ °٦٣ °٤٢	N 25° 85° 64° 22° °٢٥ °٨٥ °٦٤ °٢٢	N 2° 45° 87° 72° °٢ °٤٥ °٨٧ °٧٢	N 21° 67° 70° 49° °٢١ °٦٧ °٧٠ °٤٩	زاوية الظل الافقية												


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
30°
45°
1 BIDON
2 TAMAN RASSET
3 TOUMMO
4 MA'TAN AS SARRA
5 ARKENU
6 BIR TARFAWI
7 WADI HALFA
8 HALAIB
9 MECCA
10 RANYA
11 HADDAR
12 FARAJA
13 RAMLAT GHAFA
14 SUWAIT


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
30°
45°
GMT +2
GMT +3
GMT +4
1 MUSCAT مسقط
2 ABU DHABI أبو ظبي
3 MIRFA المرفا
4 HARADH حرض
5 RIYADH الرياض
6 'AFIF عفيف
7 MEDINA المدينة المنورة
8 YANBU ينبع البحر
9 ASWAN أسوان
10 ABOU BALLAS أبو بلاص
11 EL JAUF الجوف
12 TAJARHI تجرهي
13 GAT غات
14 DJANET دجانيت
15 IN EKER عين الكر
16 BIR TINHAYA بئر تنهايا

× زاوية ارتفاع الشمس

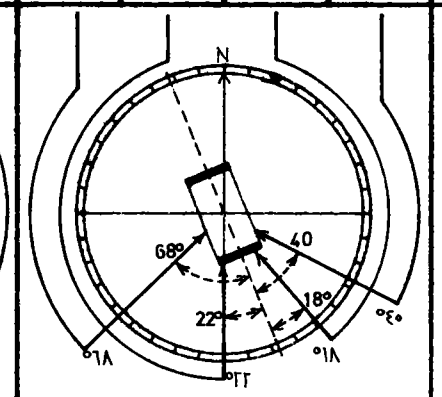
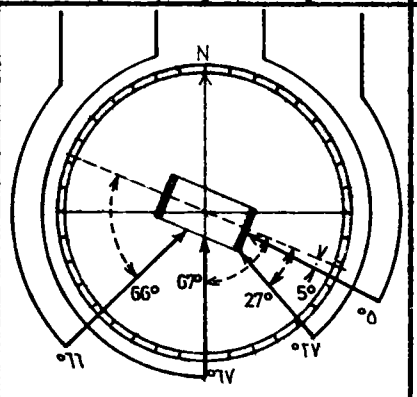
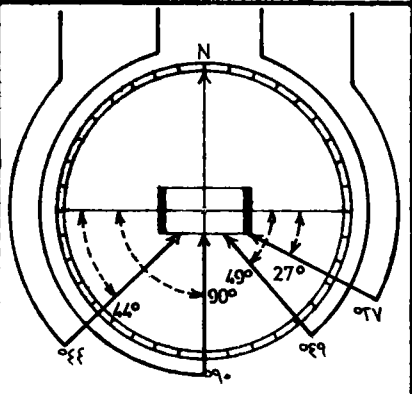
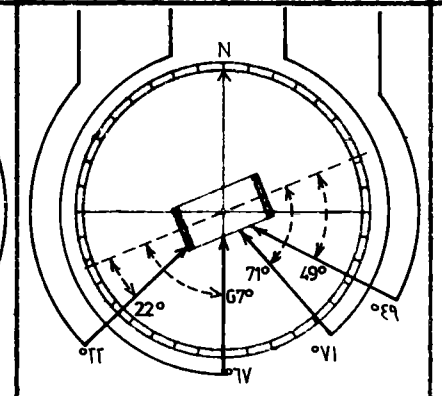
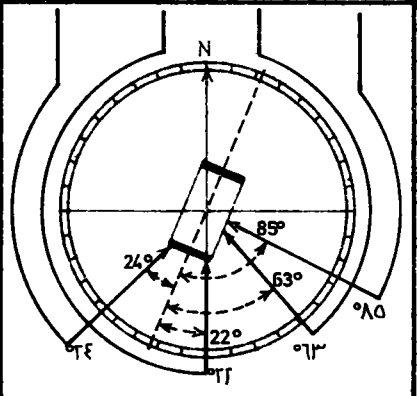
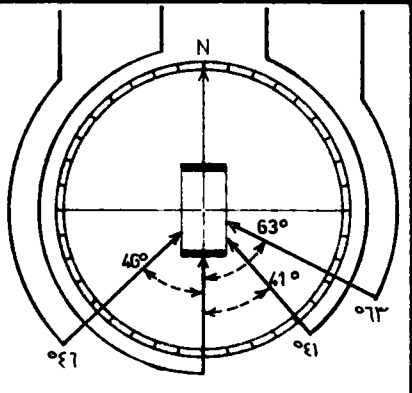
ALT.	49°	88°	57°	24°	26°N. 22. JUNE				٢٦° ش ٢٢ حزيران				°٤٩	°٨٨	°٥٧	°٢٤	×
AZ.	277°	180°	85°	75°									°٢٧٧	°١٨٠	°٨٥	°٧٥	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	85° °٨٥	88° °٨٨	86° °٨٦	57° °٥٧	77° °٧٧	90° °٩٠	72° °٧٢	35° °٣٥	63° °٦٣	89° °٨٩	63° °٦٣	26° °٢٦	53° °٥٣	89° °٨٩	57° °٥٧	23° °٢٣	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	50° °٥٠	90° °٩٠	55° °٥٥	24° °٢٤	51° °٥١	89° °٨٩	58° °٥٨	28° °٢٨	57° °٥٧	88° °٨٨	66° °٦٦	42° °٤٢	68° °٦٨	88° °٨٨	79° °٧٩	77° °٧٧	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

× زاوية ارتفاع الشمس

×	٩٤°	٩٣١°	٩٤٣°	٩٣٧°
البسمت	٩١١٧°	٩١٣٩°	٩١٨٠°	٩٢٢٦°
ALT.	4°	31°	43°	27°
AZ.	117°	139°	180°	226°

٢٤ ش ٢٢ كانون اول

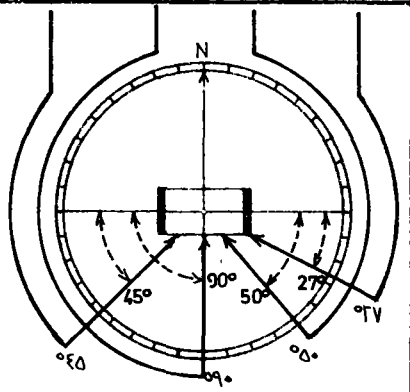
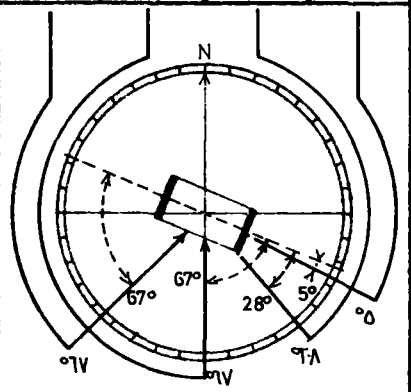
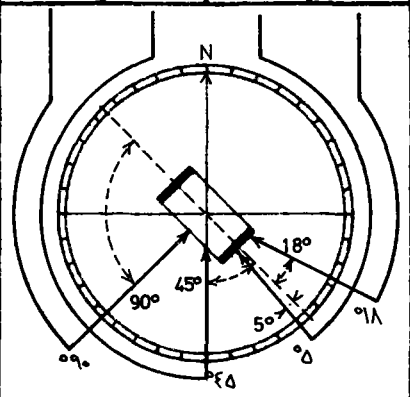
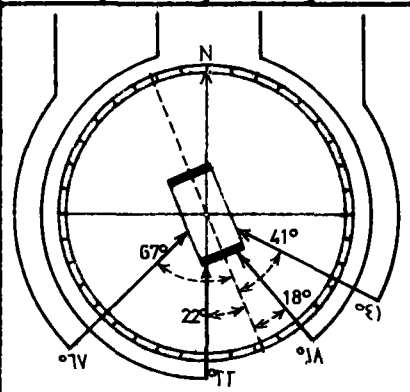
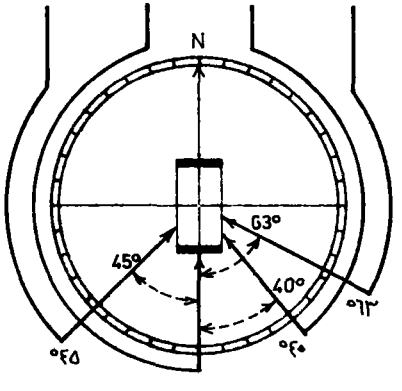
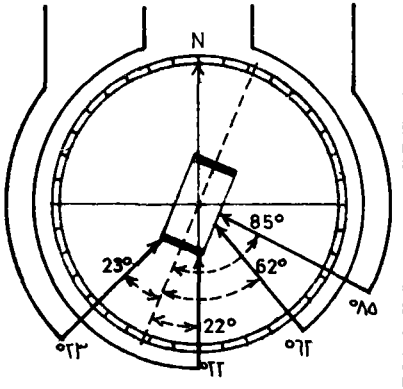
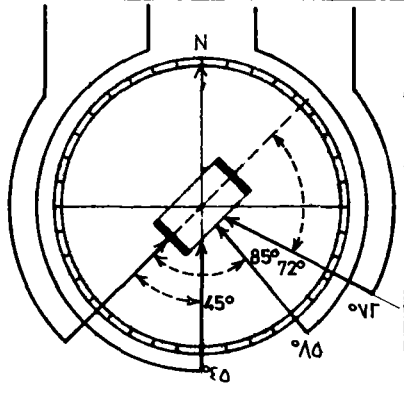
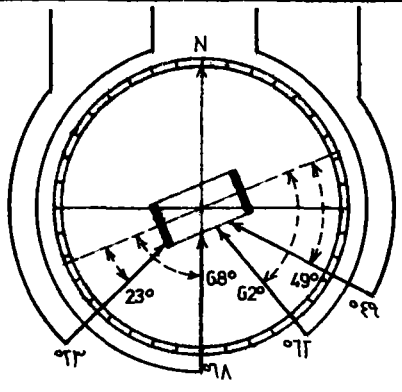
24° N. 24° DEC.

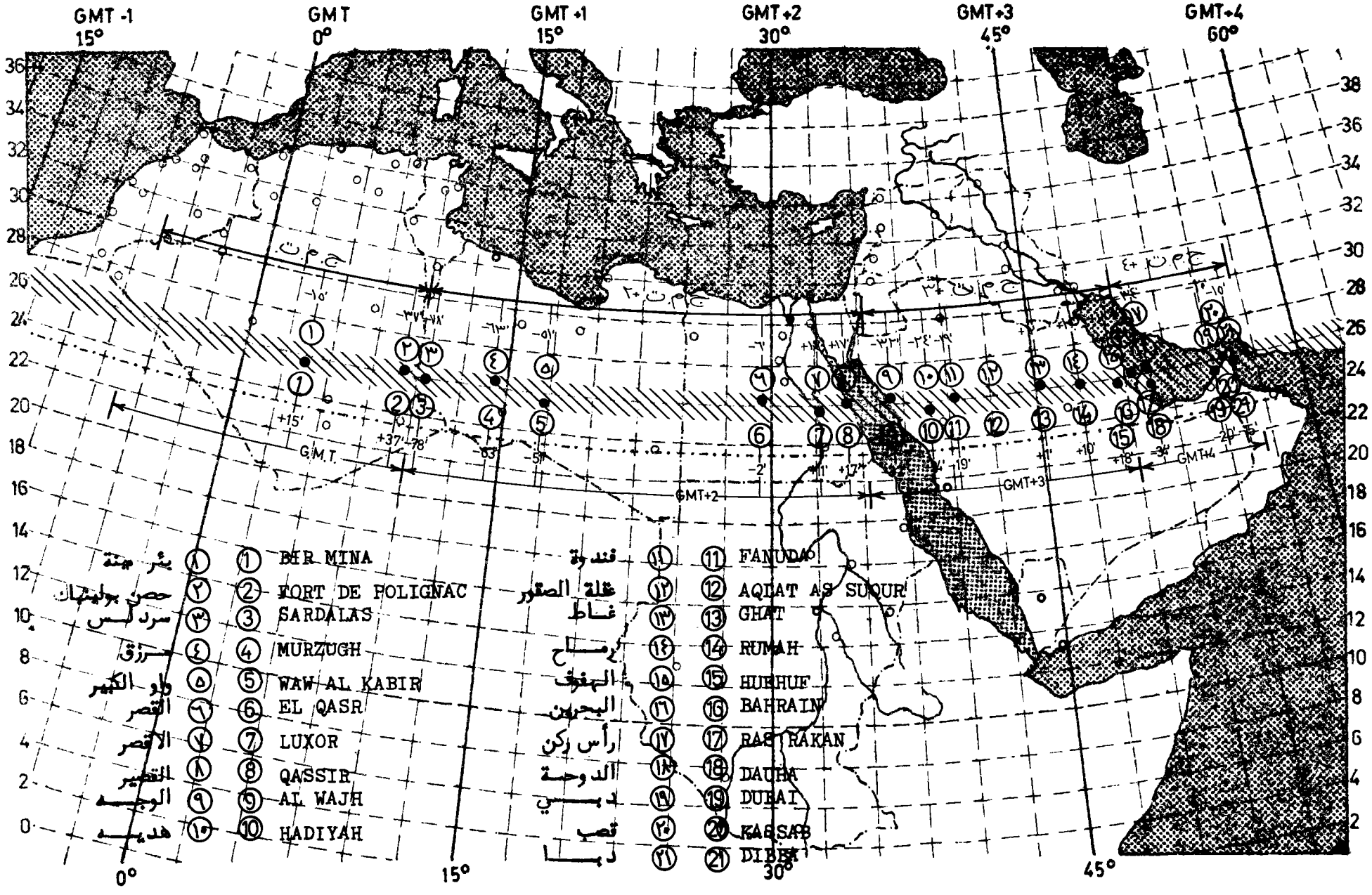
الوقت TIME	٧٠٠ 700	٩٣٠ 930	١٢٠٠ 1200	١٥٠٠ 1500
زاوية الظل الرأسية VERTICAL SHADOW ANGLE	10° ٩١٠	82° ٨٢°	52° ٥٢°	27° ٢٧°
	26° ٢٦°	51° ٥١°	46° ٤٦°	28° ٢٨°
	7° ٧°	37° ٣٧°	43° ٤٣°	35° ٣٥°
زاوية الظل الافقية HORIZONTAL SHADOW ANGLE				
الوقت TIME	٧٠٠ 700	٩٣٠ 930	١٢٠٠ 1200	١٥٠٠ 1500
زاوية الظل الرأسية VERTICAL SHADOW ANGLE	5° ٥°	30° ٣٠°	52° ٥٢°	88° ٨٨°
	32° ٣٢°	68° ٦٨°	50° ٥٠°	4° ٤°
	4° ٤°	41° ٤١°	90° ٩٠°	34° ٣٤°
زاوية الظل الافقية HORIZONTAL SHADOW ANGLE				

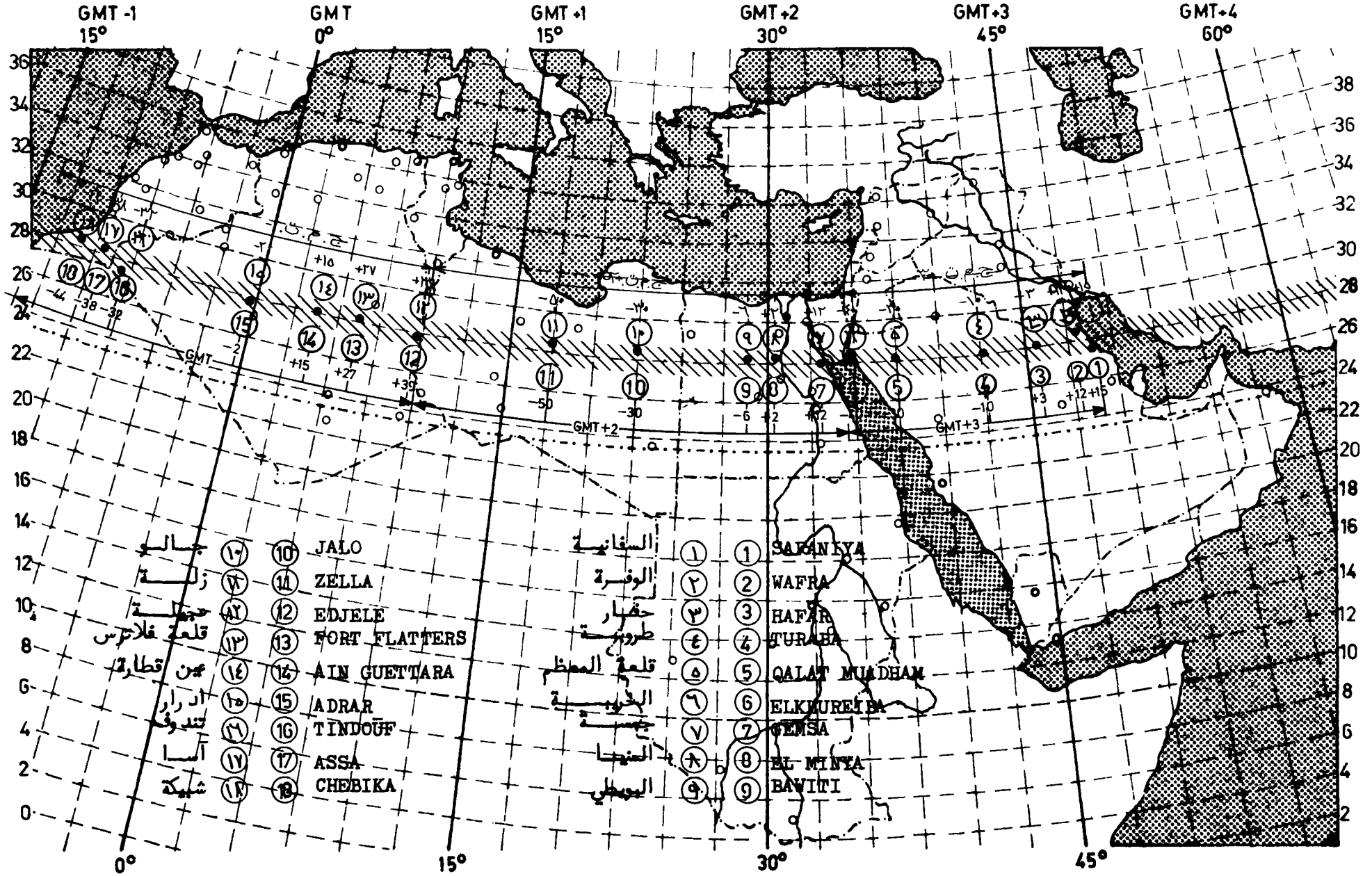
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	49°	89°	57°	23°	24° N. 22 JUNE				٢٤° ش ٢٢ حزيران				°٤٩	°٨٩	°٥٧	°٢٣	×
AZ.	280°	180°	82°	78°									°٢٨٠	°١٨٠	°٨٢	°٧٤	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	82° °٨٢	89° °٨٩	85° °٨٥	55° °٥٥	80° °٨٠	90° °٩٠	72° °٧٢	33° °٣٣	64° °٦٤	90° °٩٠	62° °٦٢	25° °٢٥	53° °٥٣	90° °٩٠	57° °٥٧	22° °٢٢	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	48° °٤٨	90° °٩٠	57° °٥٧	23° °٢٣	49° °٤٩	90° °٩٠	60° °٦٠	28° °٢٨	54° °٥٤	90° °٩٠	68° °٦٨	41° °٤١	66° °٦٦	90° °٩٠	80° °٨٠	78° °٧٨	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

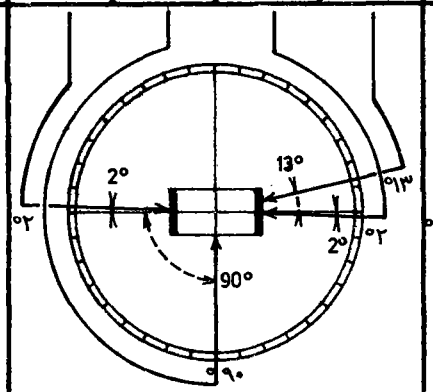
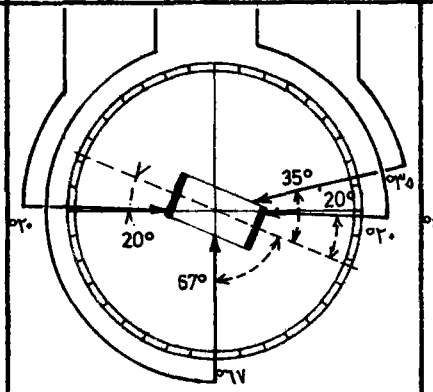
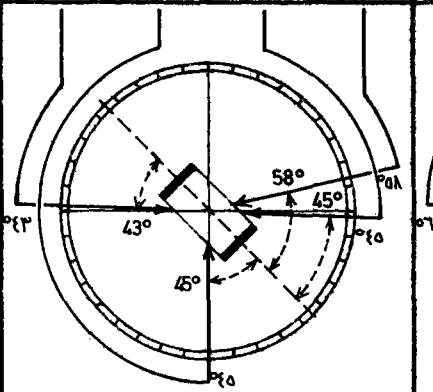
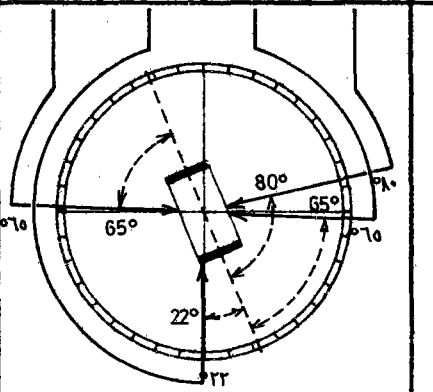
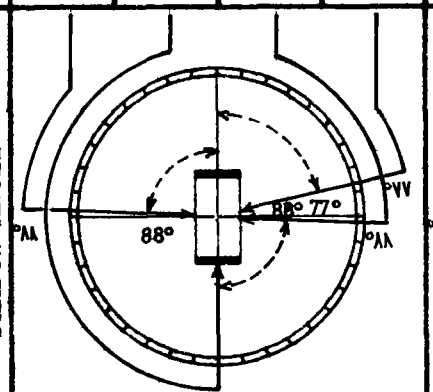
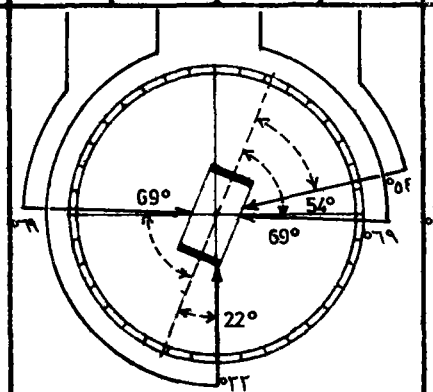
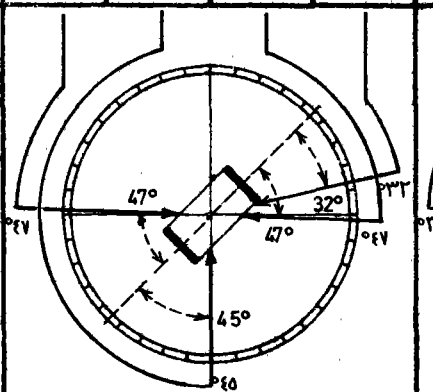
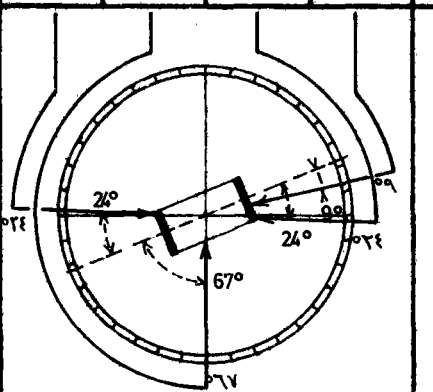
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	25°	41°	29°	3°	26° N. 22° DEC.				٢٦° ش ٢٢ كانون اول				٢٥°	٤١°	٢٩°	٣°	×
AZ.	225°	180°	140°	117°									٢٢٥° السمت	١٨٠°	١٤٠°	١١٧°	
VERTICAL SHADOW ANGLE	33° ٣٣°	41° ٤١°	35° ٣٥°	5° ٥°	26° ٢٦°	44° ٤٤°	49° ٤٩°	17° ١٧°	25° ٢٥°	50° ٥٠°	80° ٨٠°	8° ٨°	27° ٢٧°	66° ٦٦°	61° ٦١°	5° ٥°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	33° ٣٣°	90° ٩٠°	40° ٤٠°	4° ٤°	49° ٤٩°	66° ٦٦°	31° ٣١°	3° ٣°	90° ٩٠°	50° ٥٠°	28° ٢٨°	4° ٤°	50° ٥٠°	44° ٤٤°	29° ٢٩°	4° ٤°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

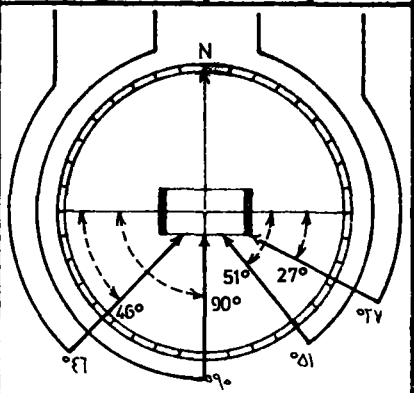
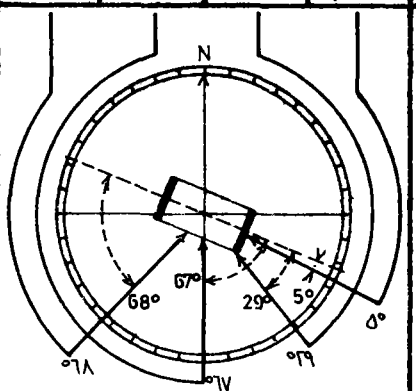
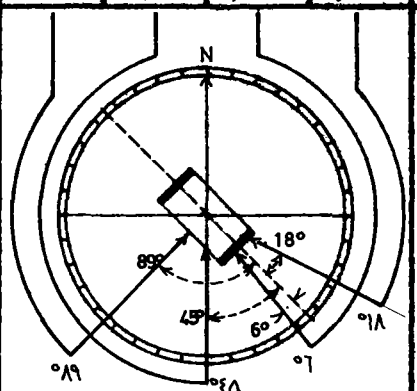
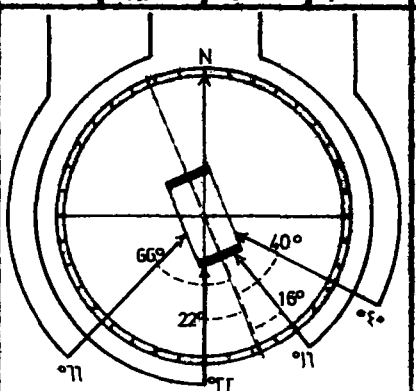
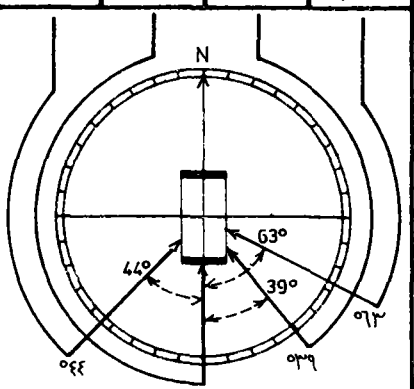
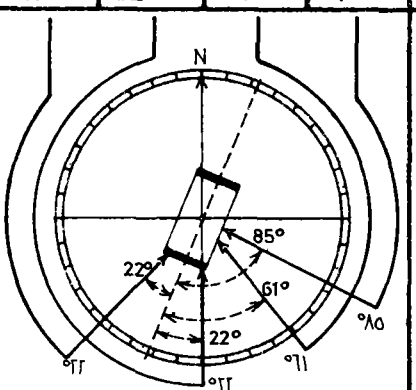
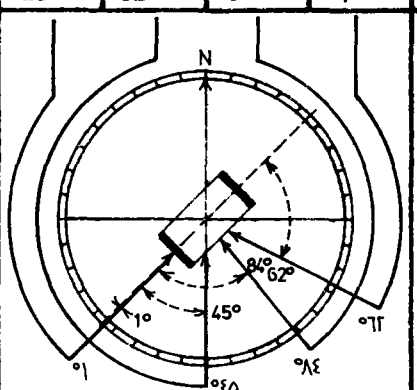
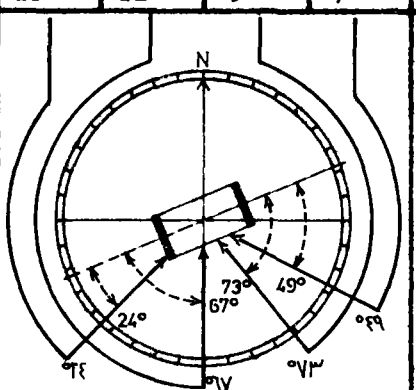

GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT+3
45°
GMT+4
60°
GMT
GMT+2
GMT+3
GMT+4
0°
15°
30°
45°
١ ١ BIR MINA بئر مينة
٢ ٢ FORT DE POLIGNAC حصن بولينياك
٣ ٣ SARDALAS سردلس
٤ ٤ MURZUGH مرزق
٥ ٥ WAW AL KABIR واو الكبير
٦ ٦ EL QASR القصر
٧ ٧ LUXOR الاقصر
٨ ٨ QASSIR القصير
٩ ٩ AL WAJH الوجه
١٠ ١٠ HADIYAH هديه
١١ ١١ FANUDA فندوة
١٢ ١٢ AQIAT AS SUQUR عقلة الصقور
١٣ ١٣ GHAT غاط
١٤ ١٤ RUMAH رماح
١٥ ١٥ HURHUF الهرهوف
١٦ ١٦ BAHRAIN البحرين
١٧ ١٧ RAS RAKAN رأس ركن
١٨ ١٨ DAUHA الدوحة
١٩ ١٩ DUBAI دبي
٢٠ ٢٠ KASSAB قصب
٢١ ٢١ DIBBA دبا


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
GMT
GMT+2
GMT+3
0°
15°
30°
45°
JALO
ZELLA
EDJELE
FORT FLATTERS
AIN GUETTARA
ADRAR
TINDOUF
ASSA
CHEBIKA
SAFANIYA
WAFRA
HAFAR
TURAIBA
QALAT MUADHAM
ELKHUREIBA
GEMSA
EL MINYA
BAWITI

× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	50°	84°	57°	24°	12 NOON 22 JUNE	٣٠° ش ٢٢ حزيران	٥٠°	٨٤°	٥٧°	٢٤°	×
AZ.	272°	180°	92°	77°			٢٧٢°	١٨٠°	٩٢°	٧٧°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	88° ٨٨°	84° ٨٤°	88° ٨٨°	63° ٦٣°	72° ٧٢° / 85° ٨٥° / 77° ٧٧° / 37° ٣٧°	60° ٦٠° / 86° ٨٦° / 66° ٦٦° / 28° ٢٨°	52° ٥٢°	87° ٨٧°	59° ٥٩°	25° ٢٥°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE											زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	50° ٥٠°	90° ٩٠°	56° ٥٦°	25° ٢٥°	52° ٥٢° / 87° ٨٧° / 58° ٥٨° / 30° ٣٠°	59° ٥٩° / 86° ٨٦° / 64° ٦٤° / 42° ٤٢°	73° ٧٣°	83° ٨٣°	75° ٧٥°	72° ٧٢°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE											زاوية الظل الافقية

× زاوية ارتفاع الشمس

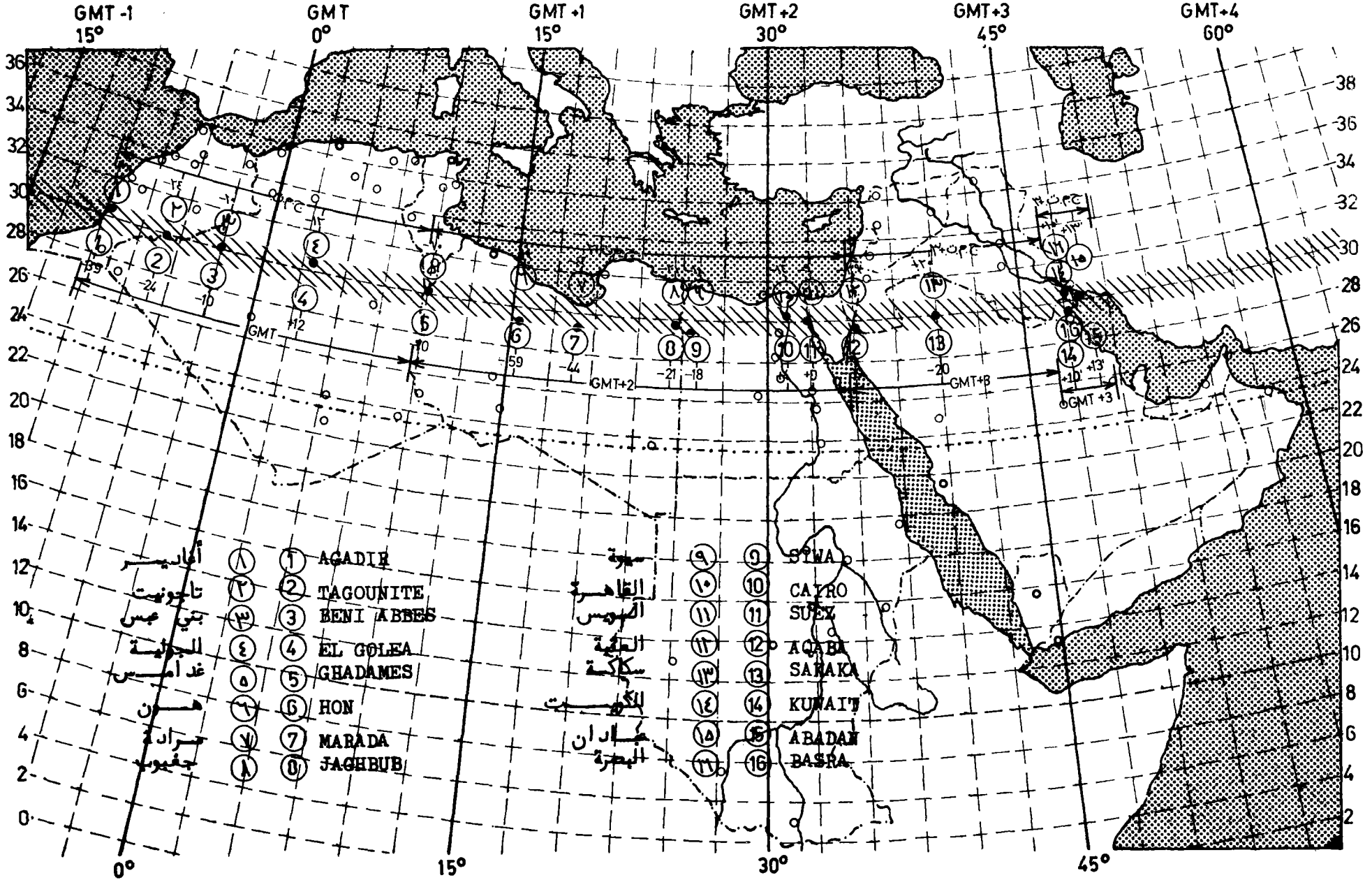
ALT.	23°	39°	28°	3°	٢٨° ش ٢٢ كانون اول				٢٣°	٣٩°	٢٨°	٣°	×
AZ.	224°	180°	141°	117°					٢٢٤°	١٨٠°	١٤١°	١١٧°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	31° ٣١°	39° ٣٩°	33° ٣٣°	4° ٤°	25° ٢٥°	42° ٤٢°	47° ٤٧°	12° ١٢°	23° ٢٣°	48° ٤٨°	78° ٧٨°	7° ٧°	26° ٢٦°	64° ٦٤°	60° ١٠°	4° ٤°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	31° ٣١°	90° ٩٠°	39° ٣٩°	3° ٣°	48° ٤٨°	64° ٦٤°	30° ٣٠°	3° ٣°	89° ٨٩°	48° ٤٨°	27° ٢٧°	3° ٣°	47° ٤٧°	42° ٤٢°	28° ٢٨°	3° ٣°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية

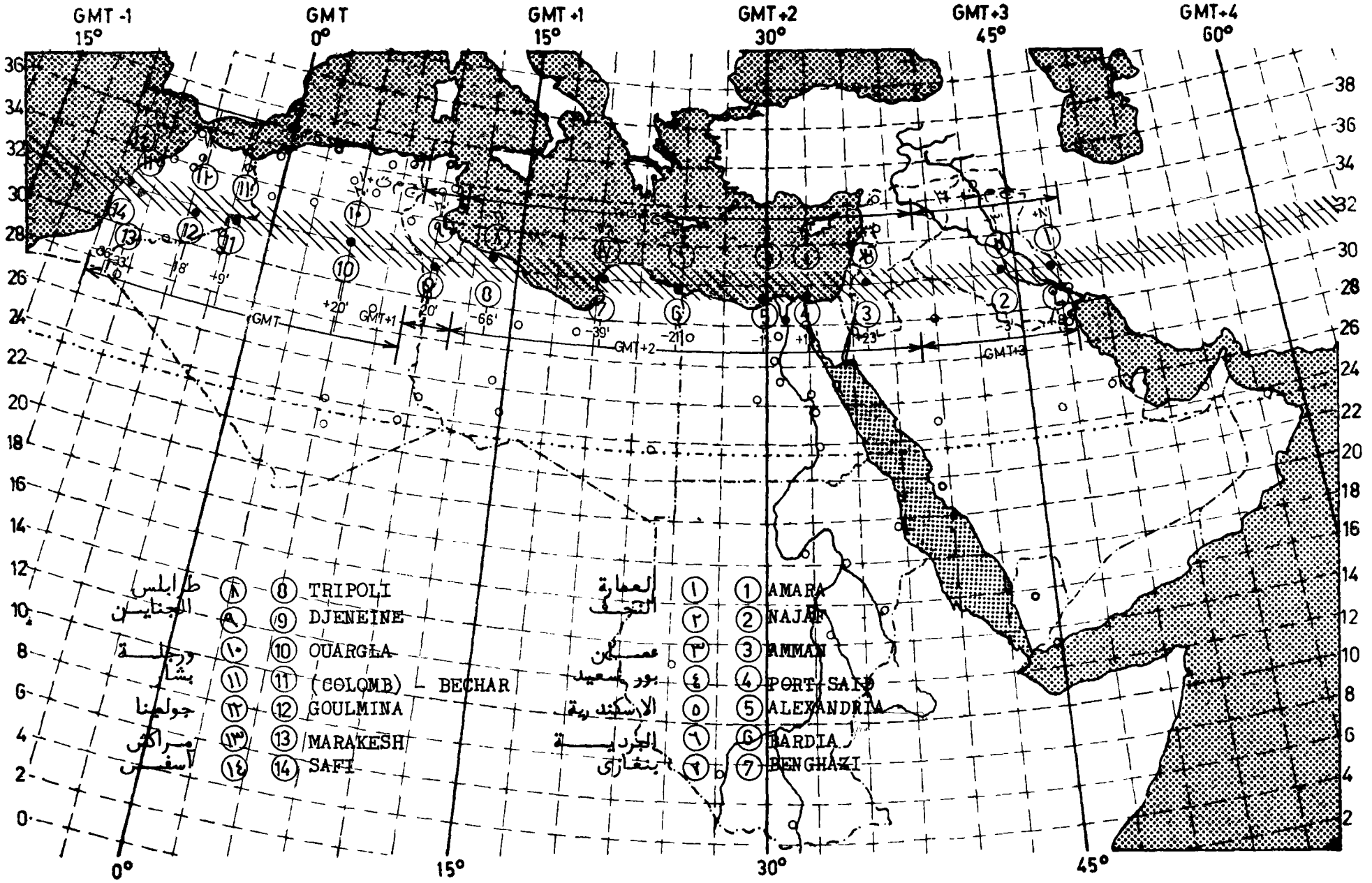
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	49°	86°	57°	24°	٢٨° ش ٢٢ حزيران	٤٩°	٨٦°	٥٧°	٢٤°	×
AZ.	274°	180°	88°	76°		٢٧٤°	١٨٠°	٨٨°	٧٦°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	87° ٨٧°	86° ٨٦°	90° ٩٠°	60° ٦٠°	76° ٧٦° / 86° ٨٦° / 75° ٧٥° / 36° ٣٦°	62° ٦٢° / 87° ٨٧° / 65° ٦٥° / 28° ٢٨°	52° ٥٢°	88° ٨٨°	58 ٥٨°	24° ٢٤°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	4° 14° 2° 90°	36° 24° 18° 67°	59° 47° 41° 45°	81° 69° 63° 22°	زاوية الظل الأفقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	50° ٥٠°	90° ٩٠°	56° ٥٦°	25° ٢٥°	51° ٥١° / 88° ٨٨° / 58° ٥٨° / 30° ٣٠°	58° ٥٨° / 87° ٨٧° / 65° ٦٥° / 41° ٤١°	71° ٧١°	86° ٨٦°	76° ٧٦°	75° ٧٥°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500 / ١٢٠٠ 1200 / ٩٣٠ 930 / ٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	86° 76° 88°	71° 54° 65° 22°	49° 31° 43° 45°	26° 8° 20° 67°	زاوية الظل الأفقية

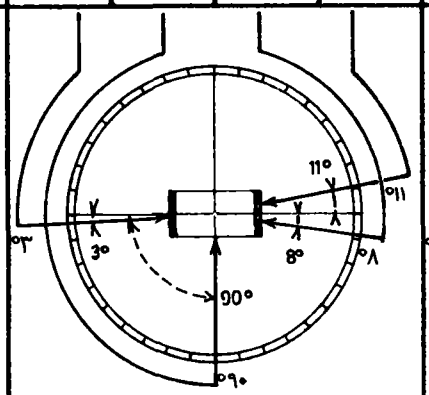
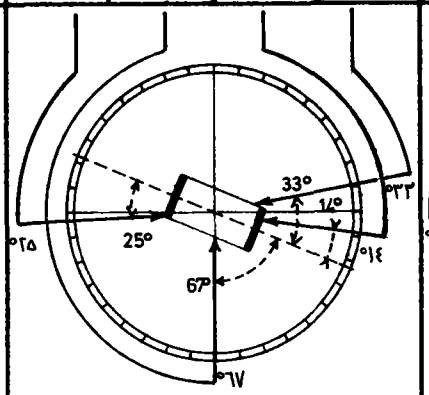
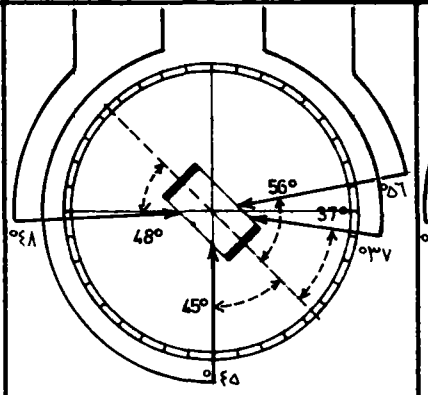
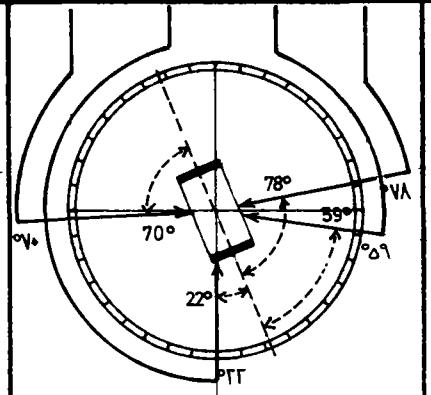
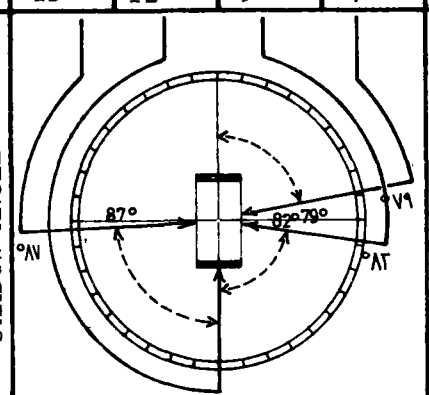
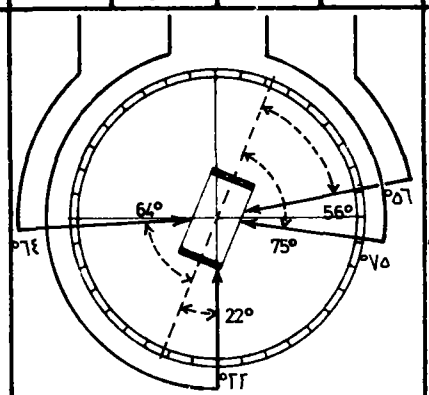
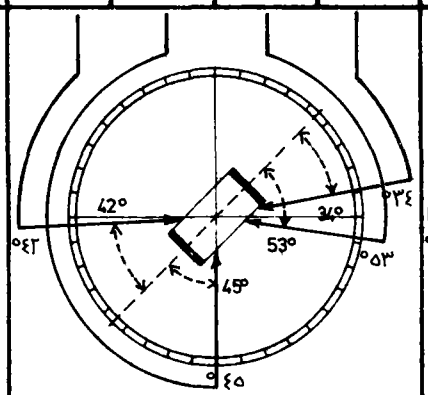
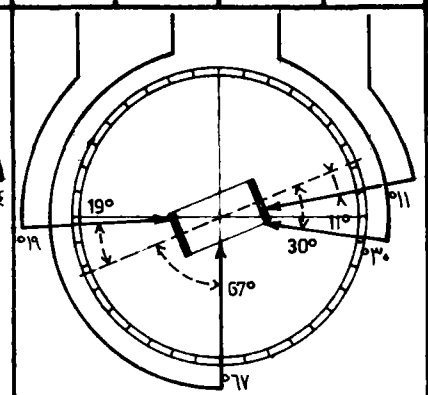
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	22°	37°	27°	2°	30° N. 22. DEC.				٣٠ ش ٢٢ كانون اول				٢٢°	٣٧°	٢٧°	٢°	×
AZ.	223°	180°	142°	117°									٢٢٣°	١٨٠°	١٤٢°	١١٧°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	29° ٢٩°	37° ٣٧°	31° ٣١°	4° ٤°	24° ٢٤°	40° ٤٠°	45° ٤٥°	10° ١٠°	22° ٢٢°	46° ٤٦°	76° ٧٦°	6° ٦°	25° ٢٥°	63° ٦٣°	60° ٦٠°	4° ٤°	الزاوية الرأسية
TIME	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	N 47° 90° 52° 27° ٤٧° ٩٠° ٥٢° ٢٧°	N 69° 68° 30° 5° ٦٩° ٦٨° ٣٠° ٥°	N 88° 45° 7° 18° ٨٨° ٤٥° ٧° ١٨°	N 65° 22° 15° 40° ٦٥° ٢٢° ١٥° ٤٠°	زاوية الظل الافقية												
VERTICAL SHADOW ANGLE	30° ٣٠°	90° ٩٠°	38° ٣٨°	3° ٣°	47° ٤٧°	63° ٦٣°	29° ٢٩°	2° ٢°	87° ٨٧°	46° ٤٦°	26° ٢٦°	2° ٢°	45° ٤٥°	40° ٤٠°	27° ٢٧°	3° ٣°	الزاوية الرأسية
TIME	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	N 43° 63° 38° ٤٣° ٦٣° ٣٨°	N 21° 22° 85° 60° ٢١° ٢٢° ٨٥° ٦٠°	N 2° 45° 83° 72° ٢° ٤٥° ٨٣° ٧٢°	N 24° 67° 74° 49° ٢٤° ٦٧° ٧٤° ٤٩°	زاوية الظل الافقية												

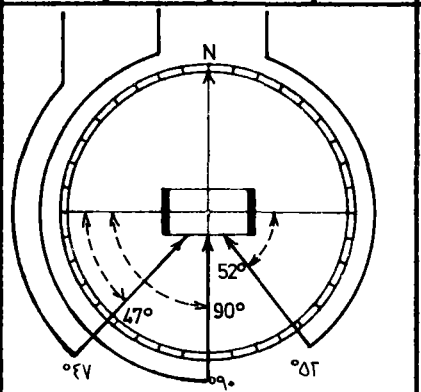
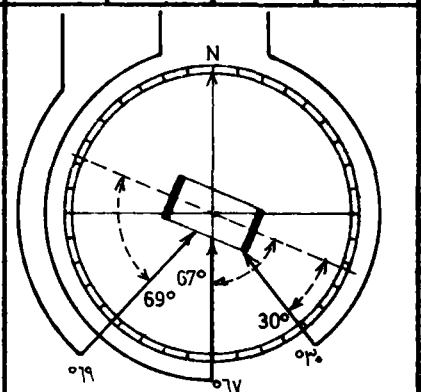
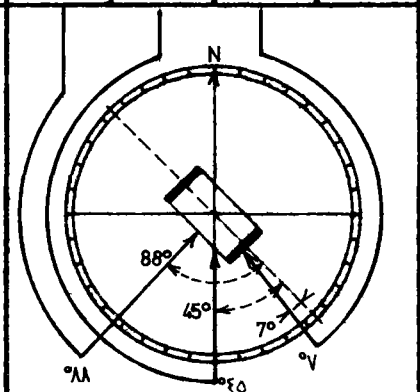
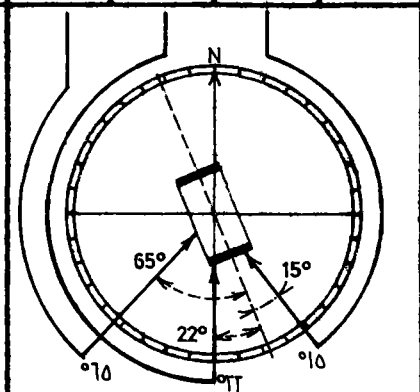
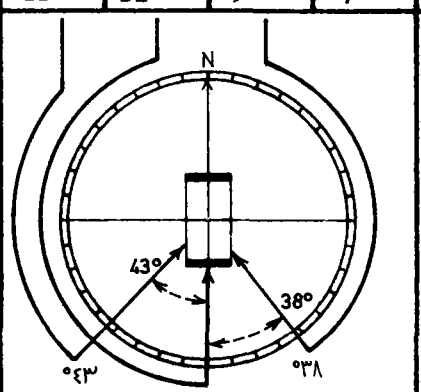
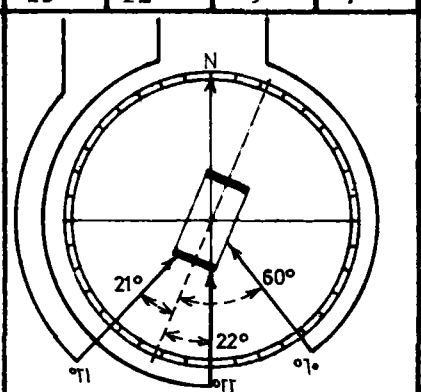
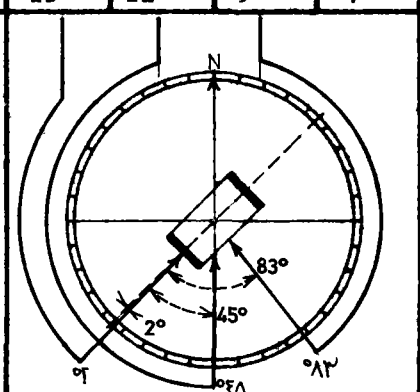
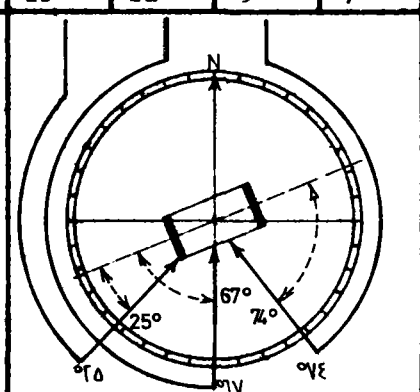

GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
GMT
GMT+2
GMT+3
0°
15°
30°
45°
AGADIR
TAGOUNITE
BENI ABBES
EL GOLEA
GHADAMES
HON
MARADA
JAGHBUB
SIWA
CAIRO
SUEZ
AQABA
SARAKA
KUWAIT
ABADAN
BASRA
أغاديير
تاجونيت
بني عبس
الجولية
غدامس
هون
مرادة
جغبوب
سيوة
القاهرة
السويس
العقبة
سكاكة
الكويت
عبادان
البصرة


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
GMT
GMT+1
GMT+2
GMT+3
0°
15°
30°
45°
⑧ TRIPOLI طرابلس
⑨ DJENEINE الجنايين
⑩ OUARGLA ورجلة
⑪ (COLOMB) - BECHAR بشار
⑫ GOULMINA جولمينا
⑬ MARAKESH مراكش
⑭ SAFI آسفي
① AMARA العمارة
② NAJAF النجف
③ AMMAN عمان
④ PORT-SAID بور سعيد
⑤ ALEXANDRIA الاسكندرية
⑥ BARDIA البردية
⑦ BENGHAZI بنغازي

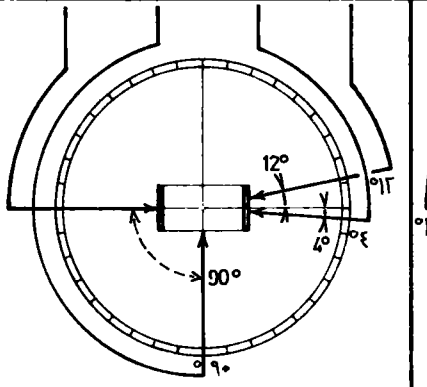
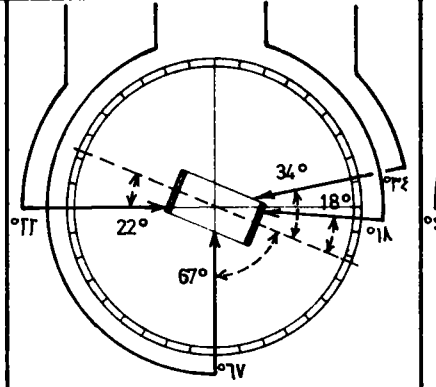
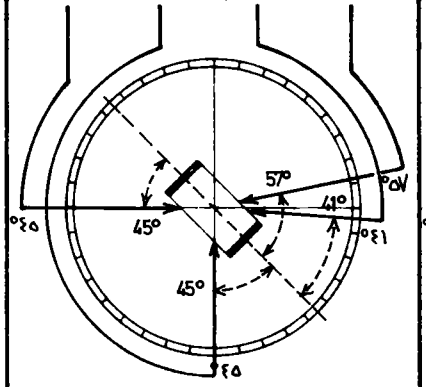
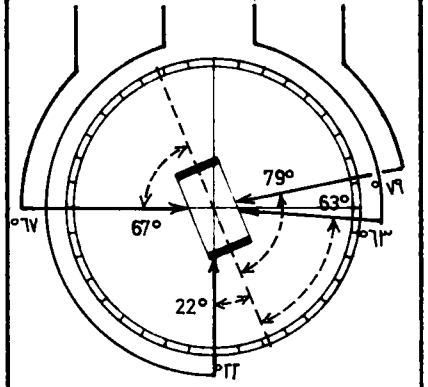
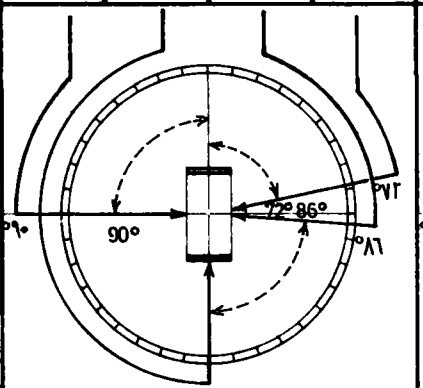
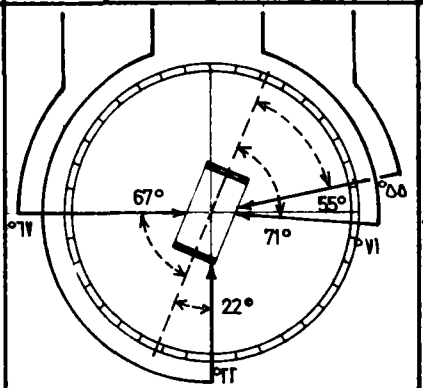
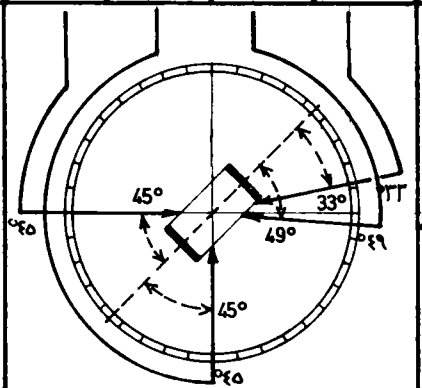
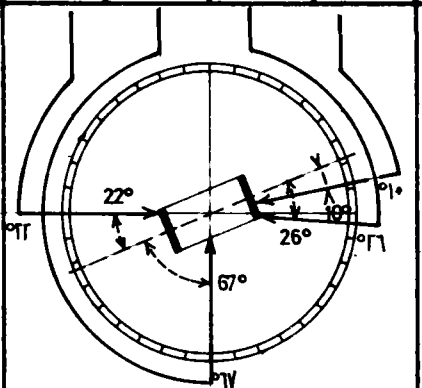
× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	49°	79°	55°	25°	64° N. 22 JUNE				٣٤° ش ٢٢ حزيران				٤٩°	٧٩°	٥٥°	٢٥°	×
AZ.	267°	180°	98°	79°									٢٦٧°	١٨٠°	٩٨°	٧٩°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	87° ٨٧°	79° ٧٩°	85° ٨٥°	68° ٦٨°	70° ٧٠°	81° ٨١°	81° ٨١°	41° ٤١°	58° ٥٨°	83° ٨٣°	68° ٦٨°	29° ٢٩°	51° ٥١°	86° ٨٦°	60° ٦٠°	26° ٢٦°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	49° ٤٩°	90° ٩٠°	55° ٥٥°	25° ٢٥°	52° ٥٢°	87° ٨٧°	56° ٥٦°	30° ٣٠°	61° ٦١°	84° ٨٤°	62° ٦٢°	40° ٤٠°	74° ٧٤°	81° ٨١°	71° ٧١°	68° ٦٨°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية

× زاوية ارتفاع الشمس

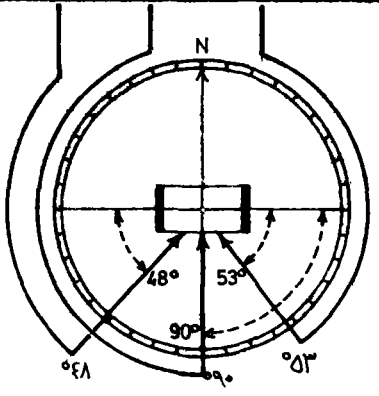
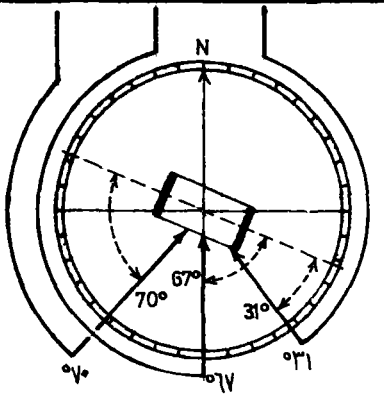
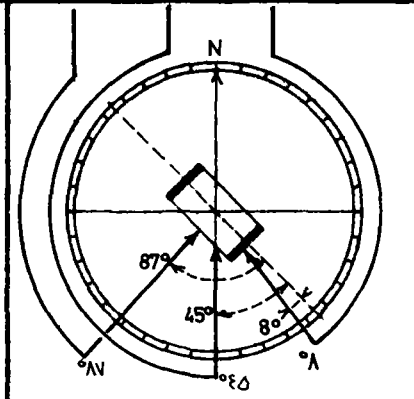
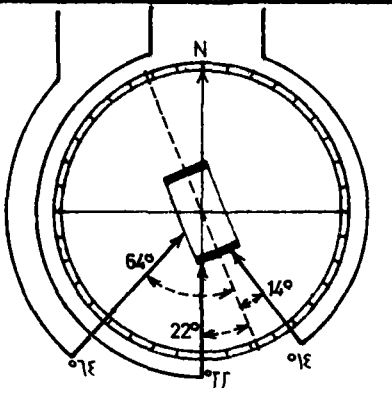
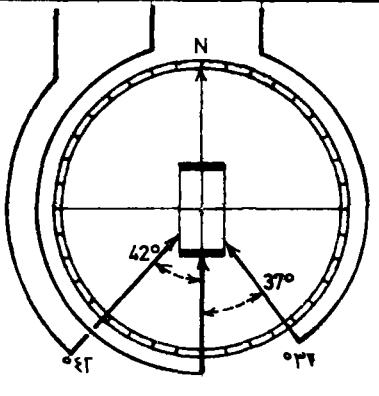
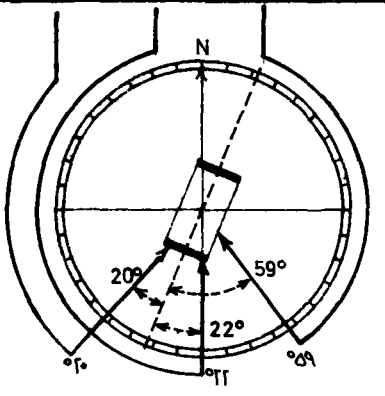
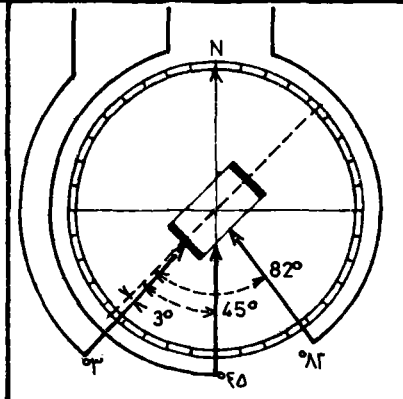
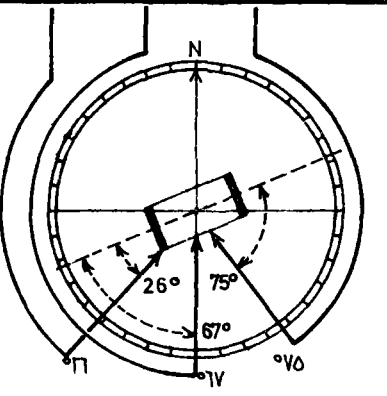
ALT.	20°	34°	23°	0°	32° N 22 DEC.				٢٠°	٣٤°	٢٣°	٠°	×
AZ.	223°	180°	142°	—	٣٢° ش ٢٢ كانون اول				٢٢٣°	١٨٠°	١٤٢°	—	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	27° ٢٧°	34° ٣٤°	28° ٢٨°	—	22° ٢٢°	37° ٣٧°	40° ٤٠°	—	20° ٢٠°	43° ٤٣°	73° ٧٣°	—	22° ٢٢°	62° ٦٢°	59° ٥٩°	—	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	28° ٢٨°	90° ٩٠°	34° ٣٤°	—	46° ٤٦°	62° ٦٢°	26° ٢٦°	—	84° ٨٤°	43° ٤٣°	23° ٢٣°	—	42° ٤٢°	37° ٣٧°	24° ٢٤°	—	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية

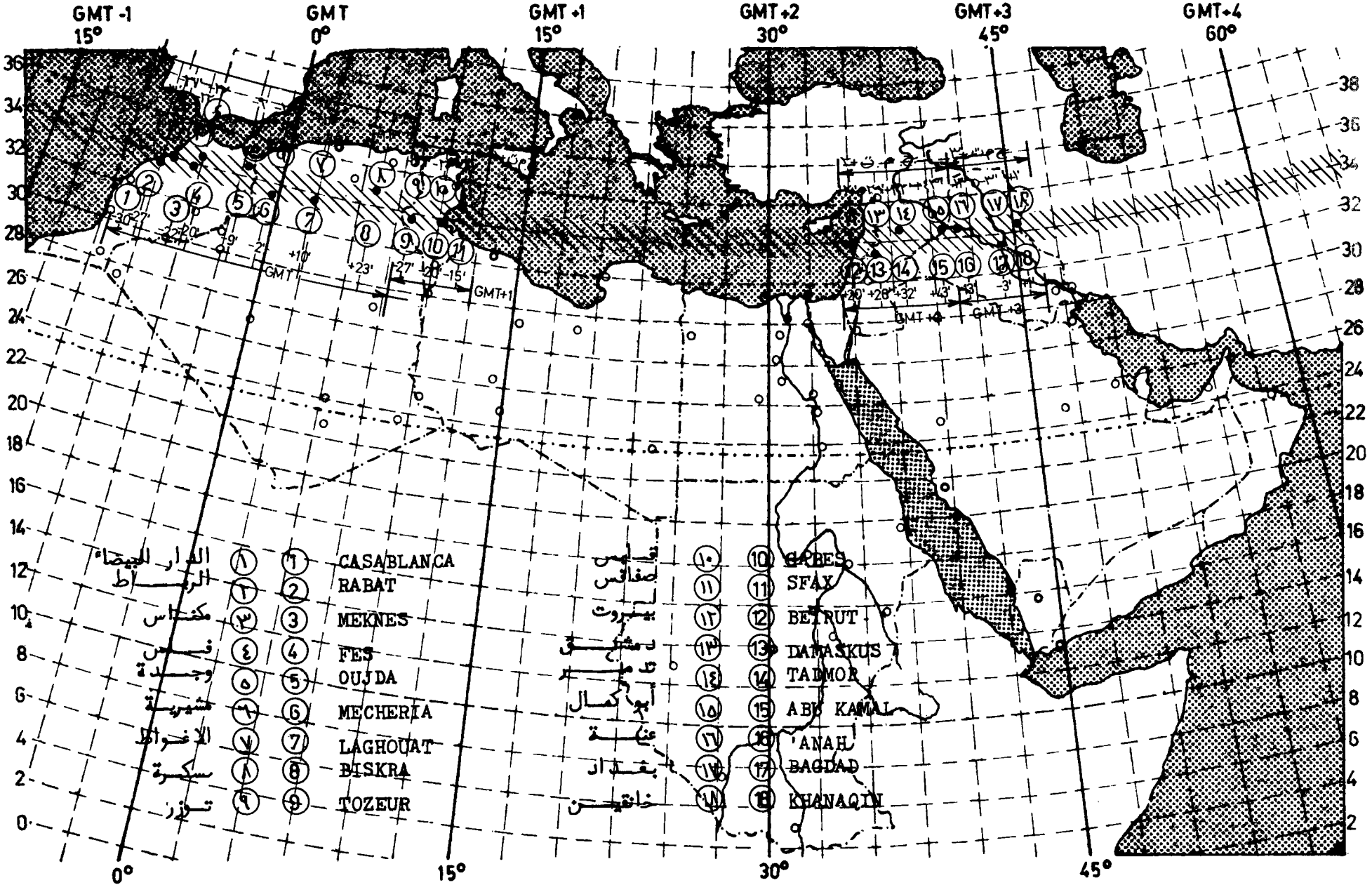
× زاوية ارتفاع الشمس

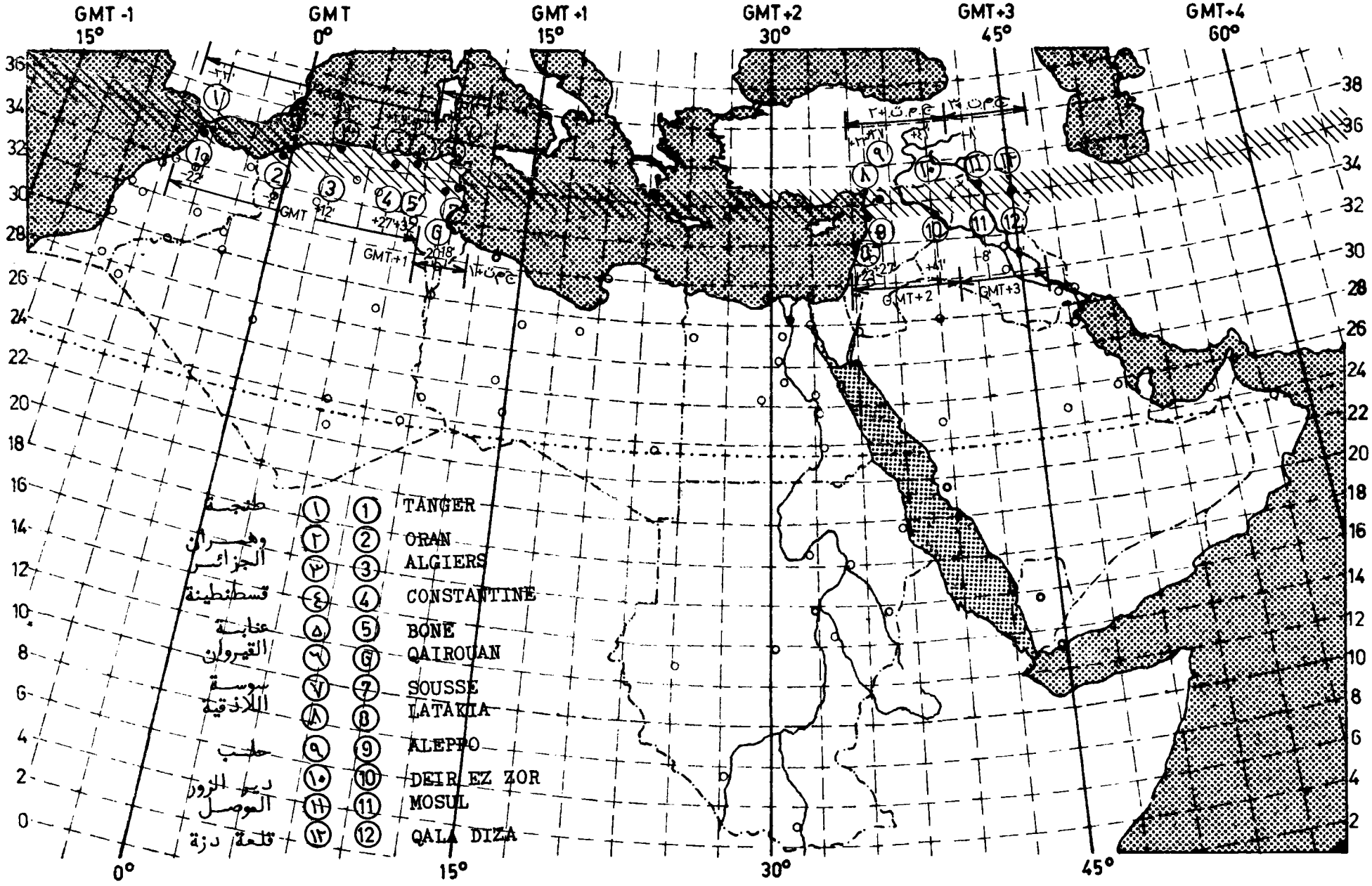
ALT.	50°	82°	56°	25°	٥٠°	٨٢°	٥٦°	٢٥°	×
AZ.	270°	180°	94°	78°	٢٧٠°	١٨٠°	٩٤°	٧٨°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	90° ٩٠°	82° ٨٢°	88° ٨٨°	65° ٦٥°	73° ٧٣°	82° ٨٢°	79° ٧٩°	39° ٣٩°	60° ٦٠°	84° ٨٤°	67° ٦٧°	29° ٢٩°	52° ٥٢°	87° ٨٧°	60° ٦٠°	25° ٢٥°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	50° ٥٠°	90° ٩٠°	56° ٥٦°	26° ٢٦°	52° ٥٢°	87° ٨٧°	57° ٥٧°	30° ٣٠°	59° ٥٩°	84° ٨٤°	63° ٦٣°	40° ٤٠°	73° ٧٣°	82° ٨٢°	74° ٧٤°	70° ٧٠°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE					زاوية الظل الافقية

ALT. 50° 82° 56° 25° — AZ. 270° 180° 94° 78° — 22 JUNE N. 32° — ٢٢ حزيران ٣٢° ش — ٥٠° ٨٢° ٥٦° ٢٥° — ٢٧٠° ١٨٠° ٩٤° ٧٨° السمت

× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	18°	32°	21°	—	34° N. 22 DEC.				ش ٣٤ ٢٢ كانون اول				١٨°	٣٢°	٢١°	—	×
AZ.	222°	180°	143°	—									٢٢٢°	١٨٠°	١٤٣°	—	البسمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	23° ٢٣°	32° ٣٢°	25° ٢٥°		19° ١٩°	34° ٣٤°	37° ٣٧°		18° ١٨°	42° ٤٢°	70° ٧٠°		20° ٢٠°	59° ٥٩°	58° ٥٨°		زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	25° ٢٥°	90° ٩٠°	33° ٣٣°		43° ٤٣°	59° ٥٩°	23° ٢٣°		80° ٨٠°	42° ٤٢°	21° ٢١°		37° ٣٧°	34° ٣٤°	21° ٢١°		زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	٩٣٠ 930	٧٠٠ 700	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE																	زاوية الظل الافقية


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
0°
15°
30°
45°
GMT
GMT+1
GMT+2
GMT+3
1 CASABLANCA الدار البيضاء
2 RABAT الرباط
3 MEKNES مكناس
4 FES فاس
5 OUJDA وجدة
6 MECHERIA مشرية
7 LAGHOUAT الأغواط
8 BISKRA بسكرة
9 TOZEUR توزر
10 GABES قابس
11 SFAX صفاقس
12 BEYROUT بيروت
13 DAMASKUS دمشق
14 TADMOR تدمر
15 ABU KAMAL أبو كمال
16 'ANAH عانة
17 BAGDAD بغداد
18 KHANAQIN خانقين


GMT -1
15°
GMT
0°
GMT +1
15°
GMT +2
30°
GMT +3
45°
GMT +4
60°
GMT+1
GMT+2
GMT+3
0°
15°
30°
45°
طنجة ١ 1 TANGER
وهران ٢ 2 ORAN
الجزائر ٣ 3 ALGIERS
قسطنطينة ٤ 4 CONSTANTINE
عنابة ٥ 5 BONE
القيروان ٦ 6 QAIROUAN
سوسة ٧ 7 SOUSSE
اللاذقية ٨ 8 LATAKIA
حلب ٩ 9 ALEPPO
دير الزور ١٠ 10 DEIR EZ ZOR
الموصل ١١ 11 MOSUL
قلعة دزة ١٢ 12 QALA DIZA

B.IV BIBLIOGRAPHIE - BIBLIOGRAPHY - ببليوغرافية ب : ٤

ALGERIE : Constructions Scolaires - Recueil de Normes, Min. des Enseignements Primaire et Secondaire, Alger, 1971

ARISBR : Environmental Control in School Buildings Trough Planting, by Rooskandar Winant, Architect, Asian Regional Institute for School Building Research, Colombo, 1964

DANZ, E. : Sun Protection, Verlag Gerd Hatje, Stuttgart, 1967

FRY, M. and DREW, J. : Tropical Architecture, Batsford Ltd., London, 1964

JORDAN : Climatic Atlas of Jordan, Ministry of Transport, Amman, 1971

الاردن: الاطلس المناخي للاردن : وزارة النقل، عمان، ١٩٧١

KUBA, G.K. : World Solar Chart, University of Khartoum, Building Research Digest No. 3, Khartoum, 1968

LIBAN : Atlas Climatique du Liban, Ministère des Travaux Publiques et des Transports, Beyrouth, 1969

لبنان: اطلس لبنان المناخي، وزارة الاشغال العامة والنقل، بيروت، ١٩٦٩

LIPPSMEIER,G: Building in the Tropics, Callwey, Munchen, 1969

METEOROLOGICAL OFFICE : Tables of Temperature, Relative Humidity and Precipitation for the World, HMSO, London, 1966-67

OLGWAY, V. : Design with Climate, Princeton University Press, Princeton N.J., 1969

OXFORD : Regional Economic Atlas: The Middle East and North Africa, Oxford University Press, 1964

× زاوية ارتفاع الشمس

×	—	°٢٠	°٢٩	°١٦	٣٦° ش ٢٢ كانون اول	30° N 22 DEC	—	—	ALT.
البسمت	—	°١٤٤	°١٨٠	°٢٢٢			—	—	AZ.
زاوية الظل الرأسية VERTICAL SHADOW ANGLE		57° °٥٧	55° °٥٥	17° °١٧	66° °٦٦	38° °٣٨	16° °١٦	34° °٣٤	31° °٣١	17° °١٧	21° °٢١
الوقت TIME	٧٠٠ 700	٩٣٠ 930	١٢٠٠ 1200	١٥٠٠ 1500	٩٣٠ 930	١٢٠٠ 1200	١٥٠٠ 1500	٩٣٠ 930	١٢٠٠ 1200	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200
زاوية الظل الافقية HORIZONTAL SHADOW ANGLE											
زاوية الظل الرأسية VERTICAL SHADOW ANGLE		20° °٢٠	31° °٣١	32 °٣٢	20° °٢٠	38° °٣٨	80° °٨٠	23° °٢٣	55° °٥٥	39° °٣٩	90° °٩٠	23° °٢٣
الوقت TIME	٧٠٠ 700	٩٣٠ 930	١٢٠٠ 1200	١٥٠٠ 1500	٩٣٠ 930	١٢٠٠ 1200	١٥٠٠ 1500	٩٣٠ 930	١٢٠٠ 1200	١٥٠٠ 1500	١٢٠٠ 1200	١٥٠٠ 1500
زاوية الظل الافقية HORIZONTAL SHADOW ANGLE											

× زاوية ارتفاع الشمس

ALT.	48°	77°	54°	25°	36° N. 22nd JUNE	٣٦ ش ٢٢ حزيران	٤٨°	٧٧°	٥٤°	٢٥°	×
AZ.	264°	180°	102°	80°			٢٦٤°	١٦٤°	١٠٢°	٨٠°	السمت
VERTICAL SHADOW ANGLE	85° ٨٥°	77° ٧٧°	82° ٨٢°	70° ٧٠°	67° ٦٧°	79° ٧٩°	83° ٨٣°	42° ٤٢°	57° ٥٧°	81° ٨١°	69° ٦٩°	30° ٣٠°	49° ٤٩°	85° ٨٥°	60° ٦٠°	26° ٢٦°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	10° 6° 12° 90° ٩٠° ٦° ١٠° ١٢°	28° 32° 10° 67° ٢٨° ٣٢° ٦٧° ١٠°	55° 51° 33° 45° ٥٥° ٥١° ٣٣° ٤٥°	77° 73° 55° 22° ٧٧° ٧٣° ٥٥° ٢٢°	زاوية الظل الافقية
VERTICAL SHADOW ANGLE	48° ٤٨°	90° ٩٠°	55° ٥٥°	25° ٢٥°	52° ٥٢°	85° ٨٥°	54° ٥٤°	29° ٢٩°	60° ٦٠°	81° ٨١°	59° ٥٩°	38° ٣٨°	76° ٧٦°	78° ٧٨°	68° ٦٨°	67° ٦٧°	زاوية الظل الرأسية
TIME	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	١٥٠٠ 15⁰⁰	١٢٠٠ 12⁰⁰	٩٣٠ 9³⁰	٧٠٠ 7⁰⁰	الوقت
HORIZONTAL SHADOW ANGLE	84° 80° 78° ٨٤° ٨٠° ٧٨°	61° 57° 79° 22° ٦١° ٥٧° ٧٩° ٢٢°	39° 35° 57° 45° ٣٩° ٣٥° ٥٧° ٤٥°	16° 12° 34° 67° ١٦° ١٢° ٣٤° ٦٧°	زاوية الظل الافقية

REBIA : School Buildings for Somalia, by: Kamal El-Jack, P.H. Bussat and J.M. de Bosch-Kemper, Architects, Regional Educational Building Institute for Africa, Khartoum, 1971.

REBIA : Kenya - Climatological Data for the Design of Buildings, by J. Shelley, Architect, Rebia, Khartoum, 1972

REBIA : Libya - Aspects of School Buildings, by: P. Bussat and J. de Bosch-Kemper, Architects, Rebia, Khartoum, 1972

ROGERS, T.S.: Thermal Design of Buildings, John Wiley and Sons, Inc., New-York, London, Sydney, 1964

سمان ، خالد حسن: الموجز في استخدام الاحوال الجوية (السعودية) للمهندسين ، الرياض ؟ ١٣٩١ هـ

SAMMAN, K.H.: Survey of the Utilisation of the Meteorological Conditions (in Saudi Arabia) for the Architects. Riyadh? 1391 A.H.

*